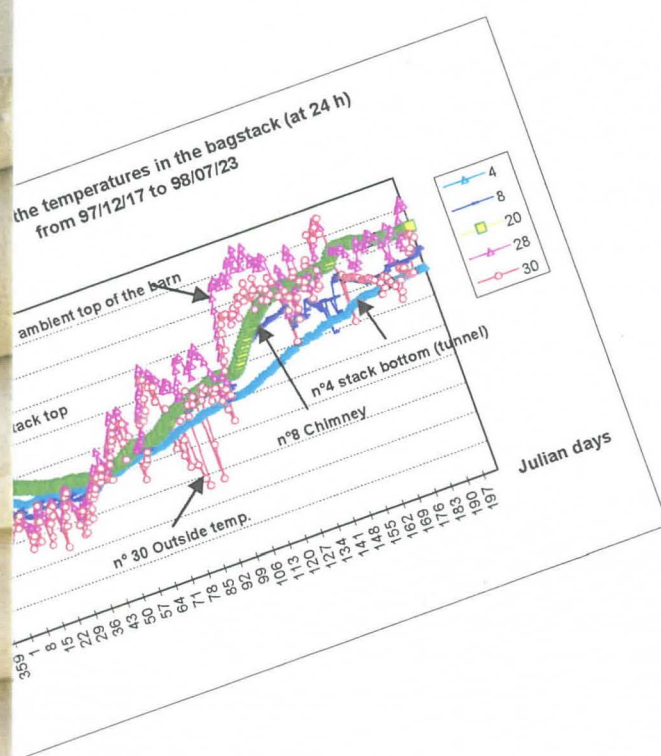
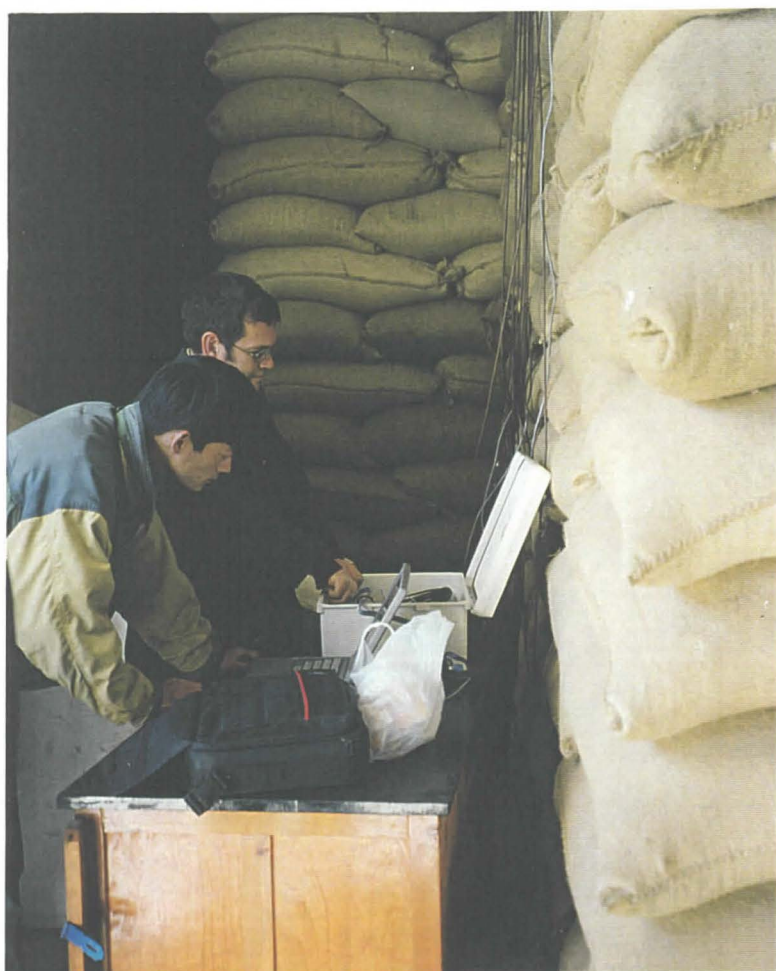


## GRAIN POST HARVEST IN YUNNAN PROVINCE (China)

Storage monitoring and pilot silo



CRUZ Jean-François (CIRAD/CA)  
OURCIVAL Philippe (CIRAD/CA)  
VAITILINGOM Gilles (CIRAD/AMIS)

January 1999



# **GRAIN POST HARVEST IN YUNNAN PROVINCE (China)**

**Storage monitoring and pilot silo**

English version



**General view of the barns**

## I) INTRODUCTION

The technical mission from November 23 to December 1, 1998 in China consisted of MM CRUZ Jean-François, CIRAD post-harvest specialist and VAITILINGOM Gilles, CIRAD monitoring specialist. The second part of the mission, December 10 to 15 consist of M OURCIVAL Philippe, CIRAD Technology transfer representative.

The main purpose of the technical mission was to

- review and discuss the data of the ongoing experiments with our partners: the Foodgrain & Oil Scientific Research Institute (FOSRI) and the Yunnan Kunming South National Grain Transit & Reserve Barns
- check and program acquisition data system to extend the experiment to an outdoor stack of grains (wheat).
- discuss the future developments and missions scheduling for 1999 .

The purpose of the second mission was to

- get an update on projects with our scientific partners from the Yunnan Province Scientific & Technical Committee, the FOSRI and with industrialists from the Grain Bureau, the Yunnan Kunming South National Grain Transit & Reserve Barns, and the Huanlongshan East Suburb Yunnan Kunming State Grain Storage Barns on the development of an integrated silo that constitutes a reference for the French member companies of the GEFEG.
- to meet members of the Economic & Financial Mission and the French Embassy Scientific & Technical Co-operation services in Peking, in order to present the objectives of the programmes of action planned for 1999.



## II) SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRAM

### 1.1 Storage monitoring

#### 1.1.1: Introduction:

A following up of the storage conditions and particularly of the temperatures evolution in the stacks will enable to establish the incidence of the current practice on the quality and conservation of the grain.

In the long term storage barns, periodic measurement of moisture and temperature are already undertaken. But data are manually collected and thus not systematically processed and analysed.

In December 1996, it was decided to implement experiments on the site of Huan Long Mountain, 14 km east from the city of Kunming, where the Yunnan Kunming State Grain and Oil Storage Transit Barns is located. A storage of white rice in bags (Barn 1-5) was selected.

#### 1.1.2: Selection of the equipment:

##### 1.1.2.1. Environmental constraints

Dimensions of the stack were approximately 17 m X 8 m base with 7 m height.

- A good monitoring of the temperatures obliges to centralise all the data in a logging system. That led to about 500 meters total length of cables.

- Recording of data can be manually controlled. But as it appeared interesting to collect data even during the night it was decided to select an automatic logger able to store the data into internal memories.

- There was no power supply in the barn so the data logger had to be autonomous. For the same reason and in order to proceed and to analyse those data, a portable computer was provided to unload all data from the logger memories.

- Fumigation are made with phosphine PH<sub>3</sub> under tablets form. Enclosures are plastic films or sometimes the barn itself. Phosphine is corrosive for copper therefore sensors must be protected by a gasproof material (PE for example). All the logging system must be protected in an enclosure for housing the logger, the wiring panel and peripherals. The enclosure must be constructed in polyester with a hinged lockable door, water-tight, dust proof and corrosion resistant. An adequate sealing must be ensure around the cables entering via the gland.

##### 1.1.2.2. Data logging system

A Campbell Scientific logging unit type CR10X was selected because of its performances and reliability.

It is able to control up to 192 thermocouples with relay multiplexers. Capacity of storage is up to 60 000 data. Data retrieval and storage are automatically made by a programming session computed by the user.

Its power can be supplied by alkaline batteries lasting up to one year depending on the

◆ 28 (sensor for ambient temperature inside the warehouse)

◆20 ⊖	1 ◆ 2	◆22	6 ◆ 7	◆24	11 ◆ 12	◆26 ⊖
◆16	◆3	◆17	◆8	◆18	◆13	◆19
◆21	4 ◆ 5	◆23 ⊖	9 ◆ 10	◆25	14 ◆ 15	◆27

◆29 (sensor for ambient temperature near window)

Door  
(outside sensor) ◆30

- ◆ Sensor thermocouple type T  
(from 1 to 19: into the tunnels of aeration)  
(from 20 to 27 in the top of the stack)
- ⊖ existing sensors (5 levels)

Fig n°1: Schematic distribution of sensors in the bagstack (17m x 8m)

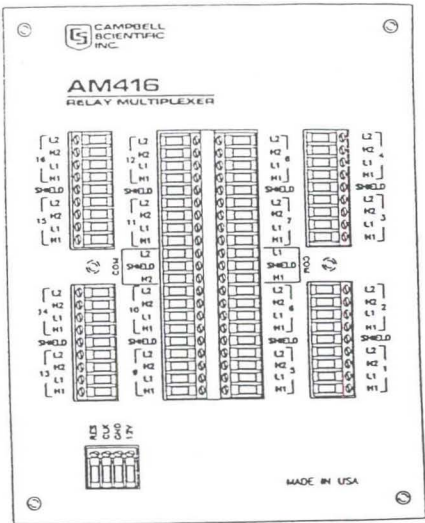
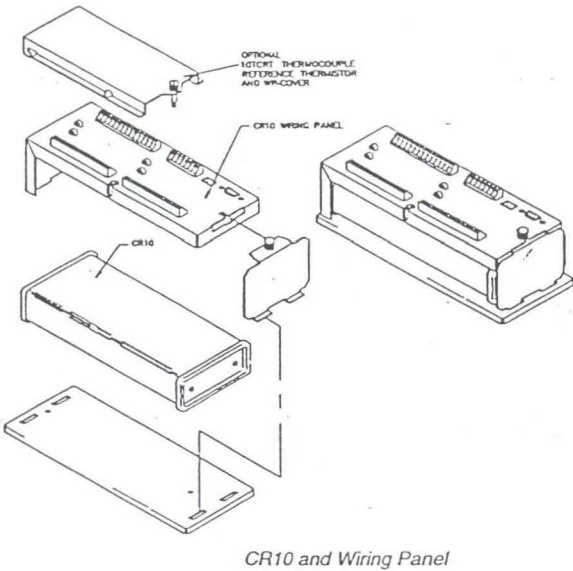


Fig n°2: Monitoring data system

frequency of scrutiny and the number of sensors read at each scrutiny.

Wiring panel and fibreglass enclosure for all logging equipment are available by the manufacturer. The versatility of the data logger allow to control almost every kind of commonly used sensors: strain gauges, humidity probes,...

#### 1.1.2.3. Temperature sensors

Type « T » thermocouples (- 40°C ; + 200°C) were chosen regarding the temperature range to monitor in the warehouses. Then type « K » thermocouples (- 40°C ; + 1200°C) were supplied for the outdoor storage mainly because of possible corrosion of copper wires by the phosphine fumigations.

In order to avoid corrosion problems, type « T » thermocouples were compensated cables connexionless from their tip to the wiring panel of the logger. Cables are fully coated with PVC. No problem has appeared although 2 fumigations were done in the warehouse.

Type « K » thermocouples were first tested with coated Ni-CrNi couples connected to simple Cu-Cu telephone cable from the outdoor storage to the data logger (see Annex).

Half of the 30 sensors of the outdoor storage were then replaced by all length-compensated-PVC-coated cables. The object is to compare the performances and data accuracy of the cheap telephone cable in the site conditions where temperature gradient can affect the results.

#### 1.1.2.4. Portable PC computer

A Toshiba 110 SC with Pentium microprocessor and Windows 95 was selected and provided.

Collection of data through the serial port is possible via communication interface available by Campbell Scientific. The PC is also able to support the telecommunication software provided either to transfer programming sessions to the logger or to retrieve data files from the logger to the computer.

### 1.1.3 Storage monitoring of the indoor stack

The indoor bagstack containing white rice (about 800 m<sup>3</sup>) was equipped with a monitoring system as described here underneath. The moisture content of the white rice is about 13%.

27 temperature sensors (type T) and 3 ambient sensors are distributed in the bagstack as illustrated in the figure n°1. The 30 sensors are connected to a data logger (Campbell Scientific CR 10X) supplied with a relay multiplexer AM416. The logger was specially adapted to collect data several times a day (figure n°2)

At any moment, all the data can be directly transferred to the portable computer.

#### 1.1.3.1 Results

A first monitoring campaign was done from December 1996 to May 1997. During 5 months, the temperature of each sensor was read and stored in final memories of the data logger every day. The results were given in the previous report :

CRUZ, J.F., VAILLANT, G., OURCIVAL P., DUCOM P. 1997. Grain post harvest in Yunnan Province (China). CIRAD/SAR n°81/97. Montpellier. France





Photo n°1: Outside view of the barn 1-5



Photo n°2: Outside bagstack of wheat



The monitoring system granted by CIRAD has worked perfectly during 6 month till a short circuit damaged the data logger. The monitoring system was repaired during a mission in December 97 to permit a new data campaign (97/12/17 to 98/7/23).

Every day at midnight and noon, the temperature of each sensor was read and stored in final memories of the data logger

An analysis of these data was done and the main results of the second test is illustrated in figure n° 3.

In the bottom of the stack (sensor n°4), the average temperatures decrease from 15°C to 13°C from December to February and increase steadily from 13°C to 19°C between February and July while the corresponding temperatures in the top of the stack (sensor n°20) are 16°C to 13°C and then 13°C to 22°C. The difference between top and bottom is 1°C in winter and slightly increasing to 3°C-4°C in summer.

Temperatures of sensor n° 8 (in the chimney of the pile) indicates that the air circulation is effective in the chimney because the evolution is similar to the ambient temperature. The temperature near the ceiling of the barn (sensor n° 28) is between 10°C and 15°C during winter and increased to 20°C - 25°C as from the month of may. This temperature in the barn is more or less similar to the outside temperature at noon.

No hot spot was revealed by the data between December 17 to July 23 (day 204). The data indicate that the evolution of the temperatures in barn 1-5 is closely related to the average outside temperature.

The curves are quite similar with ones of the first experiment

#### 1.1.3.2. First conclusion

The simplified figure n°4 with only top and bottom of the stack curves and polynomial fitting (order 6) for outside and ambient temperature allows to propose as first conclusion:

The evolution of average temperature in the stack follows the evolution of outside temperature with a lag of one or two months.

The first attacks of insects may grow in May and June when the temperature in the stack is about 20°C.

In December, the average temperature of the stack is approximately 5°C over the average outside temperature. A good ventilation of the barn at this period could lower the temperature of the all stack of grains to about 10°C. Then this practise could be repeated till the end of March to maintain the stack as cold as possible. The global warming of the stack can be so delay and the need of fumigation can be reduce.

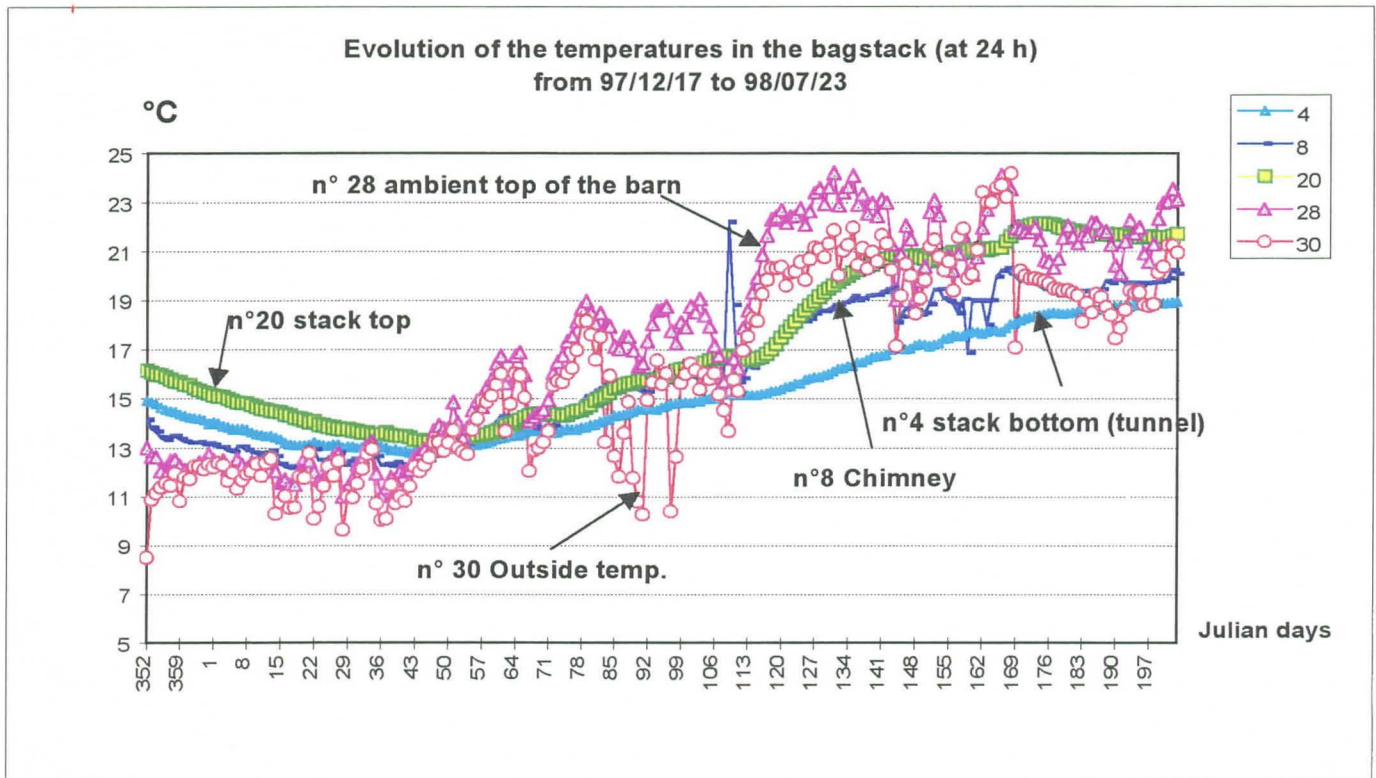


Figure n°3: Evolution of temperatures at different levels in the stack

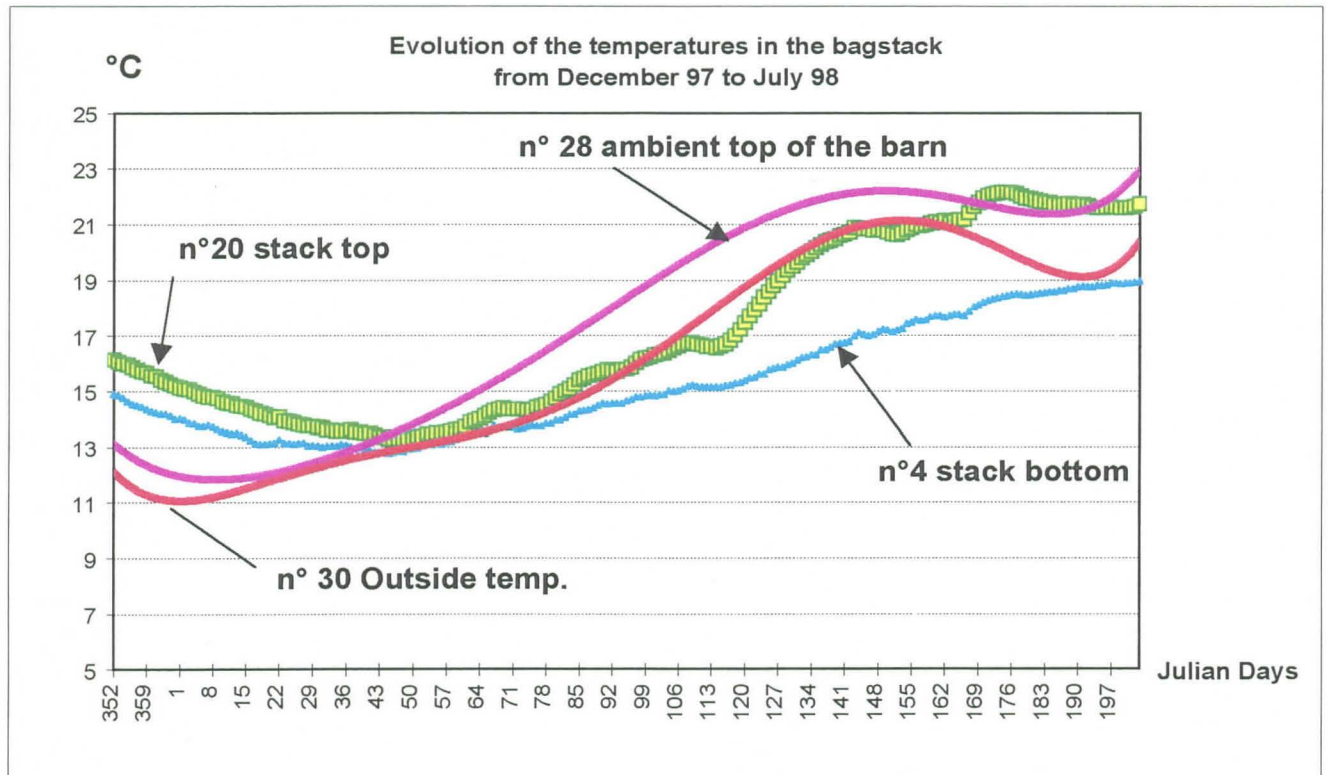


Figure n°4: Compared evolution of temperatures in the stack and outside

Top level

♦25		♦29	
#22 ♦23	♦26	♦28	♦31
♦24	♦27	♦30	

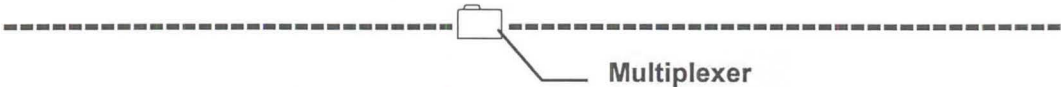
Middle level

⊖12	⊖13	⊖14	♦15	#16	♦17	⊖18
		11 ⊖				
		10 ⊖				

Bottom level

		1 ⊖		
⊖3	⊖2	⊖8 ⊖7	⊖4	⊖5
		⊖ 6		

(outside sensor) ♦19      ♦9 inside box sensor



- ♦ Sensor type K (soldered protection) with all length compasated PVC coated cab...
- #Sensor K (Ni - CrNi couple with all length compasated PVC coated cables)
- ⊖ Sensor K (Ni - CrNi couple) connected to simple Cu-Cu telephone cable

Figure n°5: Schematic distribution of sensors in the outside bagstack (12m x 6m)



### **1.1.4 Storage monitoring of the outdoor stack**

To compare different types of storage, it was decided to extend the monitoring to an other type of structure frequently used on the site i.e. outside storage. It is usual to store bags outside under tarpaulins because of lack of building to store larger quantities of grains.

To do the experiments, a stock close to the first one was selected in order to use the same data logger.

During the mission an outside bagstack containing wheat (about 500 m<sup>3</sup>) was equipped with a monitoring system as described here underneath. For storage, the bagstack is covered by tarpaulins. The moisture content of the wheat grains is about 13,5% - 14%.

#### **1.1.4.1. Collect data system**

28 temperature sensors (type K) are distributed in the outside bagstack as illustrated in the figure n°5.

- 13 sensors K (soldered protection) with all length compensated PVC coated cable
- 2 sensors (Ni-CrNi couple) connected with all length compensated PVC coated cable
- 14 sensors (Ni-CrNi couple) connected with simple Cu-Cu telephone cable

The sensors are connected to a second relay multiplexer AM416 provided by CIRAD.

A new computer software was realised for collecting data in the two different stores

The box was specially adapted to collect data at 01:00 a.m.

### **1.2. Control of stored-Grain Insects**

CIRAD in close collaboration with LNDs (Bordeaux) is studying the conception of a portable phosphine meter. This equipment will represent a great progress for experiments in phosphine fumigation. The meter will have to be recalibrated with known phosphine concentrations to take in account the local normal atmospheric pressure.

The manufacturing, development and tests of this equipment will concern the main part of the technical program in 1999.

A scientific and technical mission consisting of MM P. DUCOM Chief of the Stored Products National Laboratory of the French Ministry of Agriculture and P. GALLET Cirad electronics specialist is plan for spring 1999.





**Photo n°3: Test of the data logging system (barn 1-5)**



**Photo n°4: Sensors setting in the outside bagstack**

### III) PILOT SILO PROJECT

#### 3.1. Background

The grain storage company of South Kunming, placed under the control of the Yunnan Province Grain Bureau is the Chinese promoter-partner of a group of French companies that are members of GEFEG (Groupement des Exportateurs Français d'Equipements pour les Grains - French Grain Equipment Exporters Group). The company ACMB/AGRO LORIN and CIRAD are the leading members of this group concerning the installation of a reference silo which will have a capacity of 10 000 tonnes and a value of 13.5 million francs, and will be integrated in a programme of research & development, training and quality control monitoring.

#### 3.2. Description

This unit includes the following elements:

Reference silo: a flat silo fitted with an ACMB ventilation-emptying system which will be installed on the site of Yunnan Kunming South National Grain Transit & Reserve Bins, a modern enterprise newly installed and operational since September 1998 which belongs to the Yunnan Province Government. This centre is linked to the exterior by several railway lines, a water course and road.

Storage capacity: 10 000 T defined by the Grain Bureau.

Reception: the store should be able to receive grain by rail, boat and road, in bulk and in bags.

Treatment and fumigation with PH3: CIRAD / Stored Food Laboratory (DGAL) / Insect Control Laboratory (INRA).

An airtight chamber will be used for these operations.

Storage structure: a bulk storage structure with flat-bottomed welded metal cells (type ACMB) fitted with a ventilation-emptying system was chosen.

Handling, cleaning, weighing: Agro-Lorin

The desired system is mechanical with bucket lifts and chain conveyors, having the capacity to unload a train in two days (48h). It includes a circuit with cleaners and electronic balances.

Packaging of grain in sacks: a grain bagging unit is planned to allow dispatch of the products by road.

Control unit: SERA

MCC (control panels) housing an automatic control system for silo management with special software,

Control panel and Mimic panel,

Thermometric probes in the silo allowing temperature changes in the grain bulk to be monitored (ventilation, cooling),

Control of cell filling.

Quality control: Tripette & Renaud/CIRAD

Sampling, monitoring of batch impurities and humidity.

The equipment will be housed apart in a small laboratory.



#### Drying: CFC

In order to avoid the risk of heating and deterioration of grain that is delivered too humid (notably grain arriving from the northern provinces), the pilot silo will be equipped with a continuous hot air drier of 20T/hour capacity fuelled by coal or electricity.

#### GEFEG/CIRAD Relationship

CIRAD will provide technical support and direct assistance to GEFEG.

CIRAD technical support will comprise the monitoring of storage, studies on drying requirements and monitoring of the drier, control and optimisation of product quality, training. Direct assistance by CIRAD to GEFEG will concern sub-sector studies, participation in the drawing up of an installation strategy, searching for partners and assistance in negotiations, searching for funding and assistance in making the necessary financial arrangements.

The GEFEG, in view of its industrial experience, will take particular responsibility for the studies concerning the plant and civil engineering, and the provision of the material and technology required for the project.

### 3.3. Letter of Intent

A letter of intent for the installation of the silo was signed in June 1997 by the Consortium of French companies and the Yunnan Province Grain Bureau. In this agreement, it was stipulated that the Grain Bureau would design and nominate the Storage Centre that would house the silo project. The new 150 000 tonne capacity storage centre in South Kunming, which is now operational, will house the GEFEG silo. The decision attaching the Storage Centre and the silo to Yunnan Province was taken in December 1998 and in consequence the funding will be provided by the Yunnan Province Government.

Since then, we have been waiting for the project to be confirmed by the Yunnan Province Government, which should make a rapid decision based on the dossier transmitted to them by the Grain Bureau emphasising the importance of post-harvest losses and the improvements that the project is expected to bring.

The procedure underway to register the project within the Inter-Governmental Protocol so as to obtain a low-interest loan requires agreement on the provincial plan from:

Bank of China,  
Plan Committee,  
Finance Committee,  
COFTEC (provincial representative of MOFTEC).

The dossier will pass next to MOFTEC and the Finance Ministry in Peking who will contact the French Embassy.

At this stage of the process, the problem is obtaining a suitable order of priority on the agenda that will be discussed between the two administrations.

In March 1999, a Chinese delegation of specialists in drying, storage, instrumentation and stock protection, led by the Director of the Storage Centre and a representative of the Yunnan Province Government, will visit France to meet the GEFEG enterprises involved in the project with CIRAD, and representatives of the Ministry of Agriculture and Fisheries, ONIC and DREE.

# **POST-RECOLTE DES GRAINS**

## **AU YUNNAN (CHINE)**

**Suivi du stockage et silo pilote**

**Version française**

**CRUZ Jean-François** (CIRAD/CA)  
**OURCIVAL Philippe** (CIRAD/CA)  
**VAITILINGOM Gilles** (CIRAD/AMIS)

Janvier 1999



## I) INTRODUCTION

La mission technique effectuée en Chine (Yunnan) du 23 Novembre au 1er Décembre 1998 a été réalisée par MM CRUZ Jean-François, spécialiste CIRAD en technologie post-récolte des grains et VAITILINGOM Gilles, spécialiste CIRAD en métrologie. La seconde partie de la mission qui s'est déroulée du 10 au 15 Décembre 1998 a été réalisée par M OURCIVAL Philippe, de la Cellule Valorisation du CIRAD.

L'objectif principal de la mission était de :

- analyser et discuter les données expérimentales recueillies au cours de la campagne d'essais avec les partenaires Chinois du projet du Foodgrain & Oil Scientific Research Institute (FOSRI) et du Yunnan Kunming South National Grain Transit & Reserve Barns
- Mettre en place et programmer le système d'acquisition de données pour étendre l'expérimentation à un stock extérieur de grains sous bâche (blé).
- discuter de la poursuite du projet et programmer les missions pour 1999.

L'objet de la seconde mission était de :

- Faire le point sur les projets en cours avec nos partenaires scientifiques : la Commission Scientifique et Technique de la Province du Yunnan, le Foodgrain & Oil Scientific Research Institute (FOSRI), et les industriels qui relèvent du Grain Bureau (le Yunnan Kunming South National Grain Transit and Reserve Barns et le Yunnan Kunming State Grain Storage Barns) et notamment sur le projet d'expérimentation en cours de suivi de la qualité de stocks de grains en entrepôts traditionnels et sur le développement d'un silo intégré constituant une référence pour les entreprises françaises adhérentes au GEFEG
- Rencontrer les services de la Mission Economique et Financière, de la Coopération Scientifique et Technique de l'Ambassade de France et présenter les objectifs des programmes d'activités prévisionnelles en 1999.

## II) PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

### 1.1 Suivi du stockage

#### 1.1.1: Introduction:

Un suivi dans le temps des conditions de stockage et notamment de l'évolution des températures doit permettre de mieux cerner l'incidence et l'effet des techniques employées sur la conservation et la qualité des grains. Dans les magasins destinés au stockage de longue durée, des campagnes de mesures sont déjà partiellement développées mais les relevés manuels ne permettent pas le traitement et l'analyse systématiques et méthodiques des données.

En décembre 1996 le suivi des pratiques de stockage en magasins a été initié par la mise en place d'essais sur le site de la Yunnan Kunming State Grain and Oil Storage Transit Barns à Huanlongsan (14 km à l'Est de Kunming). Un stock de riz blanc conditionné en sac jute et conservé dans un magasin ventilé (magasin 1-5) a été sélectionné.

#### 1.1.2. Choix des équipements.

##### 1.1.2.1. Contraintes liées au site :

Les dimensions du stock de sacs sont d'environ 17 m. X 8 m. pour une hauteur de 7 m.

- Un suivi efficace des températures amène à centraliser les données dans un unique enregistreur. Pour cela il a fallu installer environ 500 mètres de câble.

- L'enregistrement des données peut être déclenché manuellement à chaque visite de l'opérateur. Mais il est apparu important d'acquérir des informations pendant la nuit, ce qui a obligé à choisir une centrale d'enregistrement à déclenchement automatique programmable.

- Il n'y avait pas de sources d'alimentation en courant dans les magasins, la centrale devait donc être autonome en énergie. Pour la même raison un PC portable fonctionnant sur batterie a dû compléter l'équipement afin de collecter les données enregistrées dans la centrale d'acquisition.

- De la Phosphine (PH<sub>3</sub>) en tablette est utilisée pour faire des fumigations dans le magasin. Le confinement du stock est réalisé grâce à du film plastique. La Phosphine est corrosive pour le cuivre ce qui oblige les sondes à être isolées par un matériau (comme le PE) imperméable à ce gaz. L'ensemble du système d'acquisition (centrale, connecteurs, conditionneurs) doit être également protégé dans une enceinte étanche au gaz. L'enceinte doit être en polyester avec des charnières et des joints de porte étanches. Le presse-étoupe de passage des câbles doit être étanché par un produit adéquat.

##### 1.1.2.2. Système d'acquisition des données

Une centrale CAMPBELL SCIENTIFIC type CR10X a été choisie pour ses performances et de sa fiabilité.

Elle peut gérer jusqu'à 192 thermocouples grâce à des multiplexeurs. Sa capacité de stockage atteint 60 000 données. L'acquisition et le stockage des données sont automatiques et programmables par l'utilisateur.

◆20 ⊖	1 ◆ 2 ◆	◆22	6 ◆ 7 ◆	◆24	11 ◆ 12 ◆	◆26 ⊖
◆16	◆3	◆17	◆8	◆18	◆13	◆19
◆21	4 ◆ 5 ◆	◆23 ⊖	9 ◆ 10 ◆	◆25	14 ◆ 15 ◆	◆27

◆29 (sonde d'ambiance entrée d'air niveau fenêtre)

Porte  
(sonde extérieure) ◆30

- ◆ Sondes thermocouple type T  
(de 1 à 19: dans les tunnels d'aération)  
(de 20 à 27 en haut de la pile)
- ⊖ Sondes existantes (5 niveaux de mesures)

Fig. n°1: Schéma de répartition des sondes thermométriques dans la pile de sacs (17m x 8m)

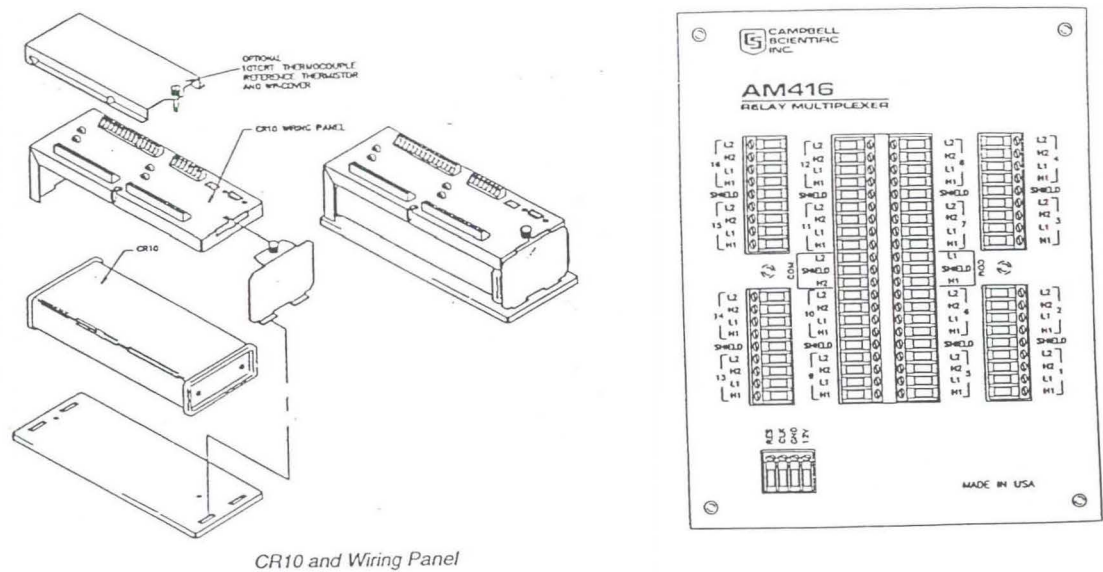


Fig. n°2: Système d'acquisition des données



Elle peut fonctionner grâce à des piles alcaline donnant une autonomie d'un an selon la fréquence d'acquisition et le nombre de capteurs lus à chaque enregistrement.

Elle peut être équipée d'une interface de connexion et d'un boîtier en polyester de protection. Sa polyvalence permet la gestion de pratiquement tous les types de capteurs couramment utilisés: jauges d'extensométrie, capteur d'humidité,...

#### 1.1.2.3. Sondes de température:

Des thermocouples type « T » ( $-40^{\circ}\text{C}$  ;  $+200^{\circ}\text{C}$ ) ont été choisis en fonction de la plage de température rencontrée dans le magasin. Pour le stock extérieur des thermocouples type «K» ( $-40^{\circ}\text{C}$  ;  $+1200^{\circ}\text{C}$ ) ont alors été fournis à cause des possibles problèmes de corrosion par fumigation présentés par les fils de cuivre des types «T».

Afin d'éviter les problèmes dus à la Phosphine, les thermocouples «T» sont d'une seule longueur de câble compensé, protégé par du PVC, depuis la sonde de mesure jusqu'à la centrale. Aucun problème n'est apparu malgré 2 fumigations.

Pour le stockage extérieur des thermocouples «K» protégés ont été connectés à des câbles type «téléphone» Cu-Cu, ces derniers étant en dehors du stockage (voir figure en annexe).

La moitié des thermocouples type « K » ont ensuite été remplacés par des capteurs compensés et protégés d'une seule longueur. L'objectif étant de comparer, dans les conditions de fonctionnement du site, cette dernière solution avec la première qui utilise du câble téléphone peu onéreux.

#### 1.1.2.4. Ordinateur PC portable.

Un TOSHIBA 110SC, équipé d'un processeur Pentium et de l'environnement Windows 95, a été choisi et fourni. Le transfert des données par le port série est possible grâce à une interface spécifique à la centrale. Le PC est capable de supporter un programme de communication nécessaire soit au transfert de séquences d'enregistrement vers la centrale d'acquisition, soit de charger les données de la centrale vers le PC portable pour traitement et analyse sur tableur.

### 1.1.3 Suivi du stockage en magasin

Le stock de riz blanc conditionné en sac jute (environ 800 m<sup>3</sup>) a été équipé du système de suivi des températures décrit ci-dessous. L'humidité du riz stocké est d'environ 13%.

et conservé dans un magasin ventilé (magasin 1-5) a été sélectionné pour être suivi en température pendant une période supérieure à 6 mois. Cette pile de sacs a été pourvue de 27 sondes thermométriques type T et de 3 sondes d'ambiance sont réparties dans le magasin comme illustré en figure n°1. Les 30 points de mesure sont connectés à une centrale d'acquisition (CampBell Scientific CR 10X) équipé d'un multiplexeur AM416. La centrale est spécialement adaptée pour collecter les données plusieurs fois par jour (fig n°2).

A tout moment, l'ensemble des données peut être directement transféré à l'ordinateur portable.



### 1.1.3.1 Résultats

Une première campagne d'essai a été réalisée de décembre 1996 à mai 1997. Pendant 5 mois, les températures de chaque sonde ont été lues et stockées en mémoire chaque jour. Les résultats ont été consignés dans le précédent rapport :

CRUZ, J.F., VAITILINGOM, G., OURCIVAL P., DUCOM P. 1997. Grain post harvest in Yunnan Province (China). CIRAD/SAR n°81/97. Montpellier. France

Le système d'acquisition fourni par le CIRAD a parfaitement fonctionné pendant 6 mois jusqu'à ce qu'un court-circuit endommage la centrale. L'ensemble du système a alors été réparé au cours de la mission de Décembre 1997 pour permettre de lancer une nouvelle campagne de mesure (du 17/12/97 au 23/7/98)

Chaque jour, à midi et à minuit, la température de chaque sonde a été lue et stockée en mémoire de la centrale de mesure.

Une analyse des données recueillies a été faite et les principaux résultats sont illustrés en figure n° 3.

Dans le bas de la pile de sacs (sonde n°4) les températures moyennes décroissent de 15°C à 13°C de Décembre à Février pour augmenter progressivement de 13°C à 19°C entre Février et Juillet alors que, dans le haut de la pile, les températures évoluent respectivement de 16°C à 13°C puis de 13°C à 22°C (sonde n°20). La différence entre le haut et le bas n'est que de 1°C en hiver pour augmenter progressivement à 3°C-4°C en été.

La température de la sonde n°8 (placée dans un tunnel d'aération vertical) suit assez fidèlement l'évolution de la température ambiante ce qui tend à montrer que la circulation de l'air à cet endroit est effective. La température d'ambiance relevée près du plafond du magasin (sonde n°28) reste comprise entre 10°C and 15°C en hiver et croit jusqu'à 20°C - 25°C dès le mois de Mai. Cette température ambiante à l'intérieur du magasin reste très proche de la température extérieure relevé à midi.

Aucun point chaud n'a été relevé entre le 17 Décembre et le 23 Juillet (jour 204). Les données recueillies montrent que l'évolution des températures dans le magasin 1-5 suit l'évolution de la température moyenne extérieure.

Ces résultats confirment ceux obtenus lors de la première campagne.

### 1.1.3.2. Première conclusion

La figure n°4 simplifiée illustrant simplement l'évolution des températures en haut et au bas de la pile et les régressions polynomiales (d'ordre 6) des courbes de températures extérieures et d'ambiance dans le magasin permet une première conclusion.

L'évolution de la température moyenne de la pile suit l'évolution de la température extérieure avec un décalage d'un à deux mois.

Les premières apparitions d'insectes devraient se produire en Mai-Juin lorsque la température du stock atteint 20°C.

En Décembre, la température moyenne du stock est d'environ 5°C supérieure à la température extérieure. Une ventilation efficace du magasin à cette période pourrait permettre de baisser à 10°C la température des grains. En répétant cette opération jusqu'en Mars, chaque fois que la température extérieure est faible, on pourrait retarder la remontée en température du stock et réduire ainsi les besoins en fumigation.

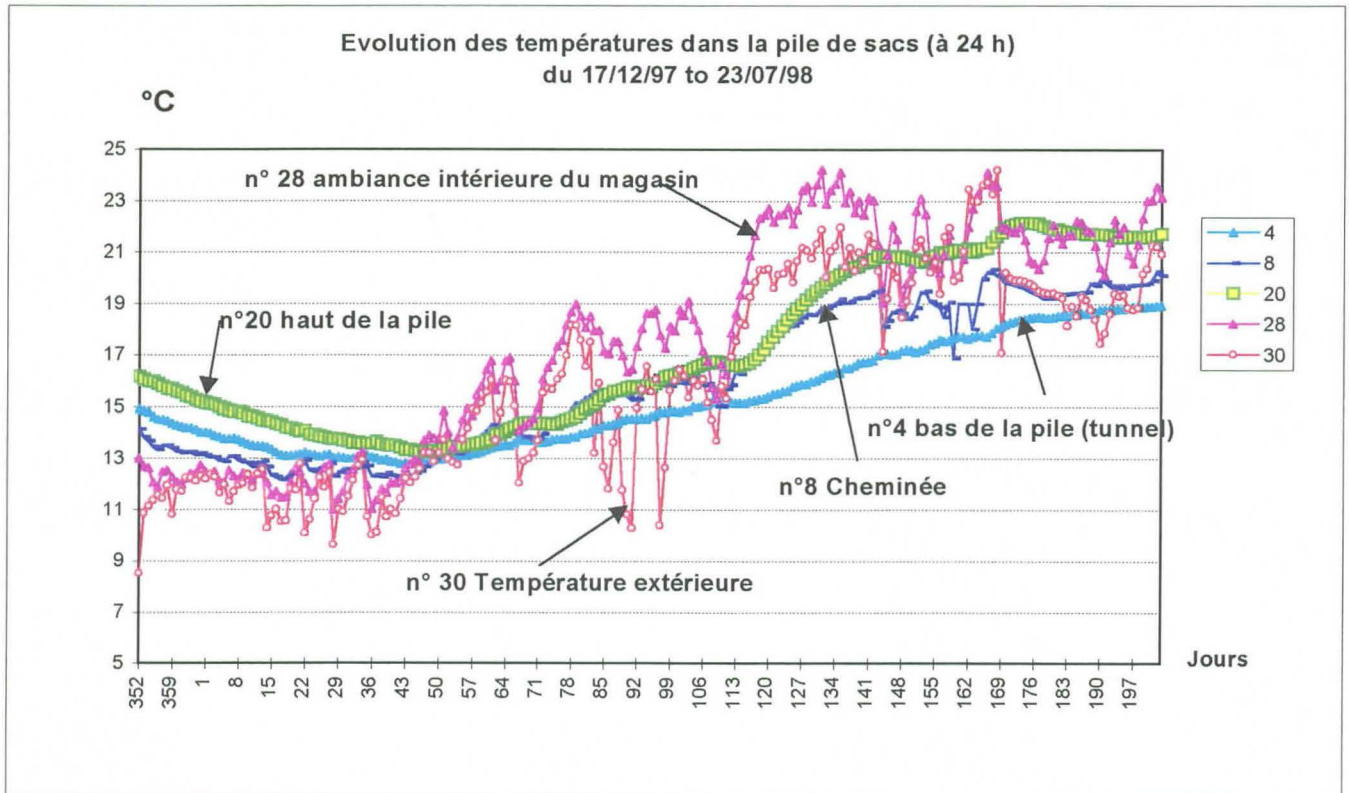


Figure n°3: Evolution des températures à différents niveaux du stock

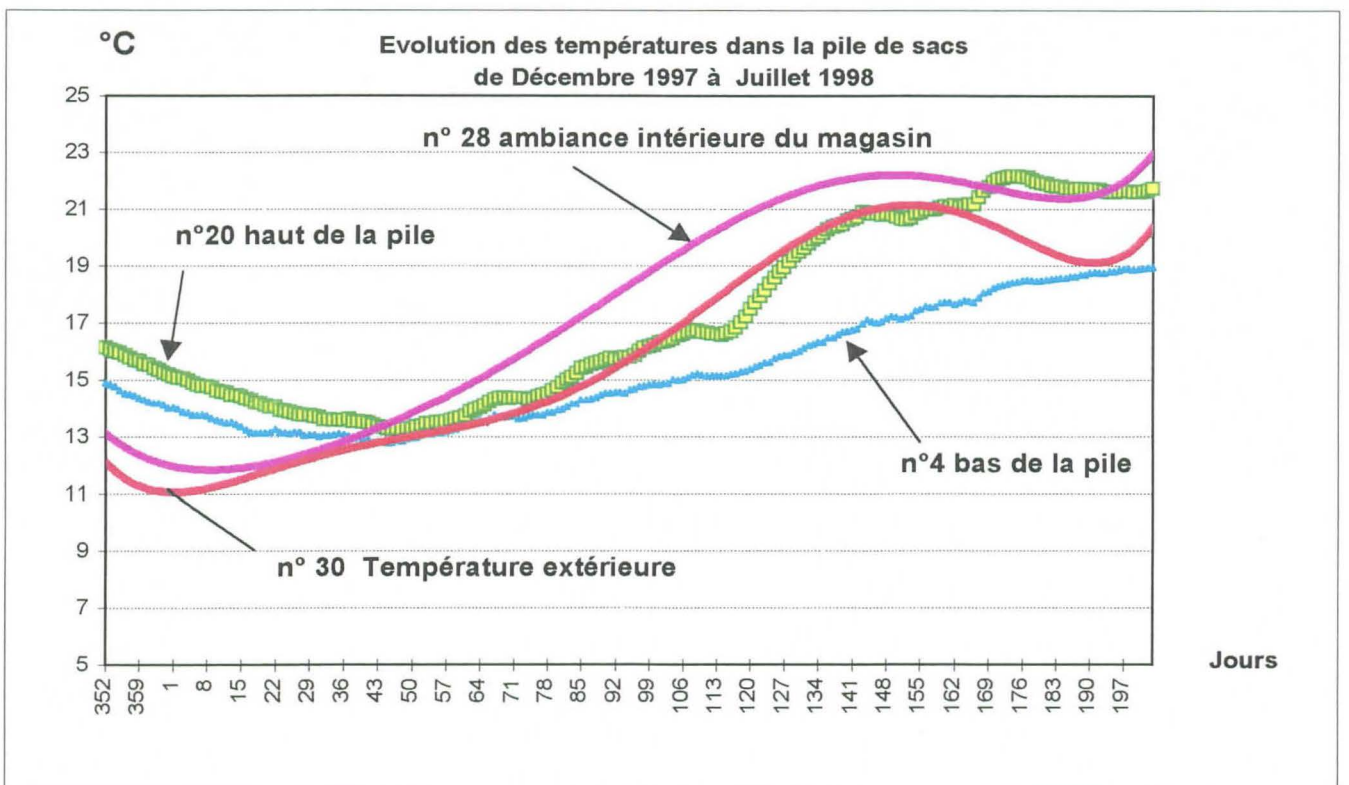


Figure n°4: évolution comparée des températures (stock et extérieur)

Niveau haut

◆25		◆29	
#22 ◆23	◆26	◆28	◆31
◆24	◆27	◆30	

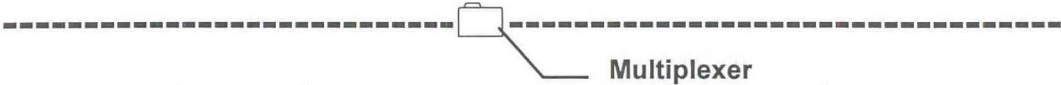
Niveau moyen

⊖12	⊖13	⊖14	◆15	#16	◆17	⊖18
		11 ⊖				
		10 ⊖				

Niveau bas

		1 ⊖		
⊖3	⊖2	⊖8 ⊖7	⊖4	⊖5
		⊖ 6		

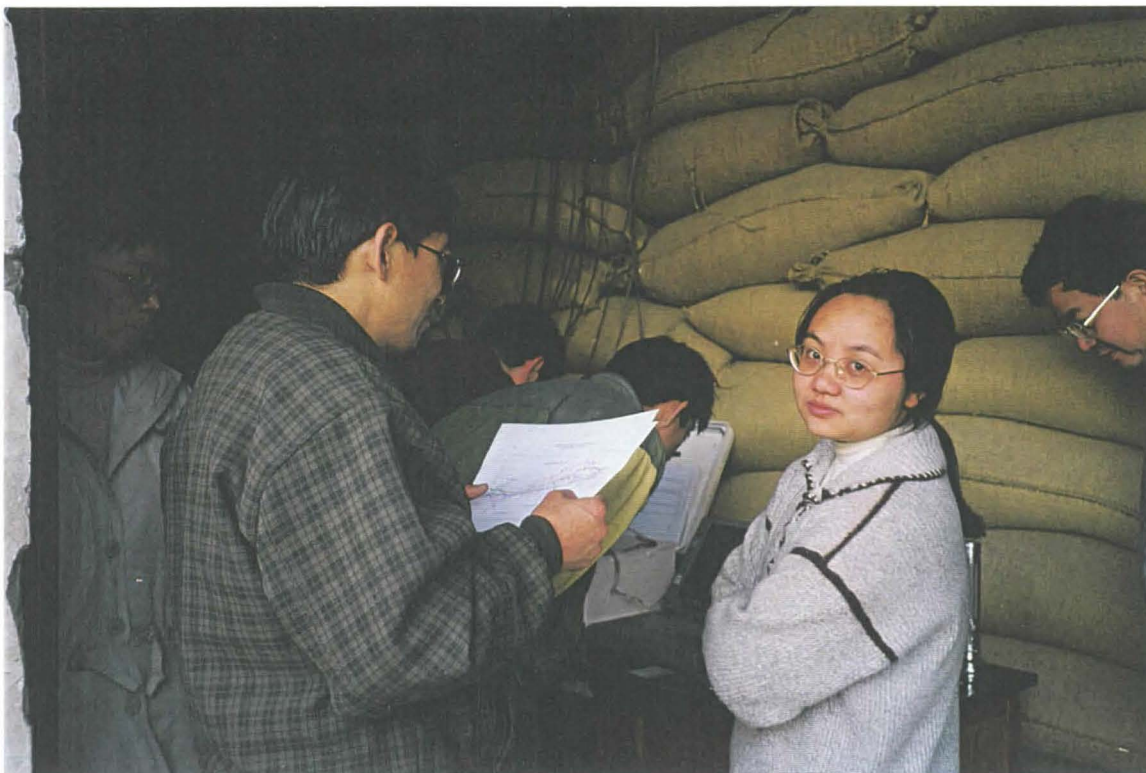
(sonde extérieure) ◆19      ◆9 sonde interne au boîtier



- ◆ Sonde type K (soudure) avec câble PVC compensé
- #Sonde K (couple Ni – CrNi) avec câble PVC compensé
- ⊖ Sonde K (couple Ni - CrNi ) reliées par un simple câble téléphone Cu-Cu

Figure n°5: Schéma de la répartition des sondes dans la pile extérieure (12m x 6m)





**Photo n°5: Acquisition des mesures de températures dans le magasin 1-5**



**Photo n°6: Stockage extérieur de sacs de blé sous bâche**

### 1.1.4 Suivi d'un stockage extérieur

Afin de comparer différents modes de stockage, il a été décidé d'étendre le suivi à un autre type de stockage utilisé localement à savoir le stockage extérieur sous bâche. Ce type de stockage est fréquent lorsque l'on manque d'infrastructures pour stocker de grandes quantités de produit.

Pour faciliter les essais, un stock proche du précédent a été sélectionné de façon à utiliser la même centrale de mesure.

Au cours de la mission une pile de sac sous bâche contenant du blé (environ 500 m<sup>3</sup>) a été équipée du système de mesure décrit ci-dessous. L'humidité des grains de blé est voisine de 13,5% - 14%.

#### 1.1.4.1. Système d'acquisition des données

28 sondes de température (type K) ont été réparties dans la pile extérieure comme illustré en figure n°5.

- 13 sondes K (avec soudure) avec câble PVC compensé sur toute la longueur
- 2 sondes (couple Ni-CrNi) connectées à un câble PVC compensé
- 14 sondes (couple Ni-CrNi) connectées par un simple fil téléphone Cu-Cu

Les sondes sont reliées à un second relais multiplexeur AM416 fourni par le CIRAD.

Un nouveau logiciel a été écrit pour collecter les données provenant des deux stocks.

La centrale a été programmée pour collecter les données à 01:00 a.m.

## 1.2. Contrôle des Insectes

Le CIRAD en collaboration étroite avec le Laboratoire National des Denrées Stockées (LNDS - Bordeaux) étudie la mise au point d'un appareil portable de mesure des concentrations en phosphine. Cet équipement est indispensable à la réalisation d'expérimentations de fumigation à la phosphine. Un fois réalisé, l'appareil devra être calibré localement avec des concentrations en phosphine connues pour tenir compte des conditions locales de pression atmosphérique.

La réalisation, le développement et les tests de cet équipement constitueront l'élément essentiel du programme de recherche en 1999.

Une mission scientifique et technique au Yunnan de MM P. DUCOM Chef du Laboratoire National des Denrées Stockées du Ministère Français de l'Agriculture et de P. GALLET électronicien au Cirad est prévue pour le printemps 1999.



### III) PROJET DE SILO PILOTE

#### 3.1. Introduction

L'entreprise de stockage des grains de Kunming Sud, placé sous le contrôle du Grain Bureau de la Province du Yunnan est le partenaire-promoteur chinois d'un Groupement d'Entreprises Françaises adhérentes au GEFEG (Groupement des Exportateurs Français d'Equipements pour les Grains) dont les chefs de file sont la société ACMB/AGRO LORIN et le CIRAD pour la réalisation d'un silo de référence d'une capacité de 10 000 Tonnes d'une valeur de 13,5 Millions de francs, intégré à un programme de recherche-développement, de formation et de suivi du contrôle qualité.

#### 3.2. Description

Cette unité comporte les éléments suivants:

**Silo de référence :** un silo à plat équipé d'un dispositif de ventilation-vidange du type ACMB qui sera implanté sur le site de la Yunnan Kunming South National Grain Transit & Reserve Bins, entreprise moderne nouvellement installée et opérationnelle depuis septembre 98 qui appartient au Gouvernement de la Province du Yunnan. Ce centre est relié à l'extérieur par plusieurs lignes de chemin de fer ,par la voie d'eau et la route.

**Capacité de stockage:** 10 000 T définie par le Bureau des Grains.

**Réception:** elle doit pouvoir être effectuée par le rail, le bateau ou la route, en vrac et sac.

**Traitement et fumigation au PH<sub>3</sub> :** Cirad / Laboratoire des denrées stockées(DGAL) / Laboratoire de lutte contre les insectes (INRA).

Une cellule hermétique sera dédiée à ces opérations

**Structure de stockage:** le choix a porté sur une structure de stockage en vrac en cellules métalliques soudées à fond plat (type ACMB) équipées d'un système de ventilation vidange.

**Manutention, nettoyage, pesée:** Agro-Lorin

Le système souhaité est mécanique par élévateurs à godets et transporteurs à chaînes d'un débit permettant le déchargement d'un train en deux jours (48h). Il comporte un circuit avec nettoyeurs et balances électroniques.

**Reconditionnement des grains en sacs:** un poste de reconditionnement des grains en sacs est à prévoir pour permettre l'évacuation des produits par la route.

**Contrôle commande:** SERA

MCC (armoires de commandes) comportant un système de contrôle automatique de la gestion du silo avec un logiciel adapté,

Control panel et Mimic panel,

Silothermométrie permettant de suivre l'évolution des températures dans la masse de grains ( ventilation, refroidissement),

Contrôle du remplissage des cellules.

**Contrôle qualité:** Tripette et Renaud/Cirad

Prise d'échantillons, contrôle des impuretés et de l'humidité des lots.

Les appareils seront regroupés au niveau d'un petit laboratoire.



### Séchage: CFC

Pour éviter les risques d'échauffement et de détérioration des grains livrés trop humides (notamment les grains en provenance des provinces du nord), le silo pilote sera équipé d'un séchoir continu à génération d'air chaud fonctionnant en priorité au charbon ou à l'électricité d'une capacité de 20 T/heure.

### Relations Gefeg/Cirad

La contribution du CIRAD repose sur un apport technique et une assistance directe au GEFEG.

L'apport technique du CIRAD portera sur le suivi du stockage, les études des besoins en séchage et suivi du séchoir, le contrôle et l'optimisation de la qualité des produits, la formation.

L'assistance directe du CIRAD au GEFEG concernera les études de filières, la participation à l'élaboration de la stratégie d'implantation, la recherche de partenariat et l'assistance à la négociation, la recherche de financement et l'assistance au montage financier.

Le GEFEG bénéficiant de son expérience industrielle prendra plus particulièrement en charge les études portant sur l'ingénierie et le génie civil, la fourniture de matériels et technologies adaptés au projet.

### 3.3. lettre d'intention

En juin 1997, une lettre d'intention pour la réalisation du silo a été signée par le Consortium d'entreprises françaises et le Grain Bureau de la Province du Yunnan. Au titre de cet accord, il était prévu que le Bureau des Grains désigne le Centre de stockage qui accueillera le projet de silo. Le nouveau centre de stockage de Kunming Sud de 150 000 Tonnes de capacité qui est désormais opérationnel est destiné à accueillir le silo GEFEG. La décision concernant le rattachement du Centre de Stockage et du silo à la Province du Yunnan a été prise en décembre 98 et en conséquence le financement sera assuré par le Gouvernement de la Province du Yunnan .

Nous sommes désormais dans l'attente de la confirmation du projet par le Gouvernement de la Province du Yunnan qui devrait prendre une décision rapide sur la base du dossier transmis par le Bureau des Grains faisant ressortir l'importance des pertes après-récoltes et l'amélioration attendue par le projet.

La procédure en cours d'inscription du projet sur le Protocole Inter-gouvernemental pour l'obtention d'un crédit bonifié nécessite l'accord au plan provincial de:

- la Banque de CHINE; - la Commission du Plan; - la Commission des Finances;
- le Coftec (représentant provincial du Moftec)

Le dossier doit ensuite être présenté au Moftec et au Ministère des Finances à Pékin qui saisit l'Ambassade de France.

A ce stade de la procédure, le problème est d'obtenir un ordre de priorité convenable sur la liste qui sera discutée entre les deux administrations.

En mars 1999, une délégation chinoise de spécialistes en séchage, stockage, instrumentation et protection des stocks, conduite par le Directeur du Centre de Stockage et un représentant du Gouvernement de la Province du Yunnan se rendra en France pour y rencontrer les entreprises du GEFEG associées à la réalisation avec le CIRAD ainsi que des représentants du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, de l'ONIC, de la DREE.

## **APPENDIX 1**

### **INDOOR and OUTDOOR STORAGE MONITORING EQUIPMENT**

A – GENERAL INSTALLATION

B – DESCRIPTION

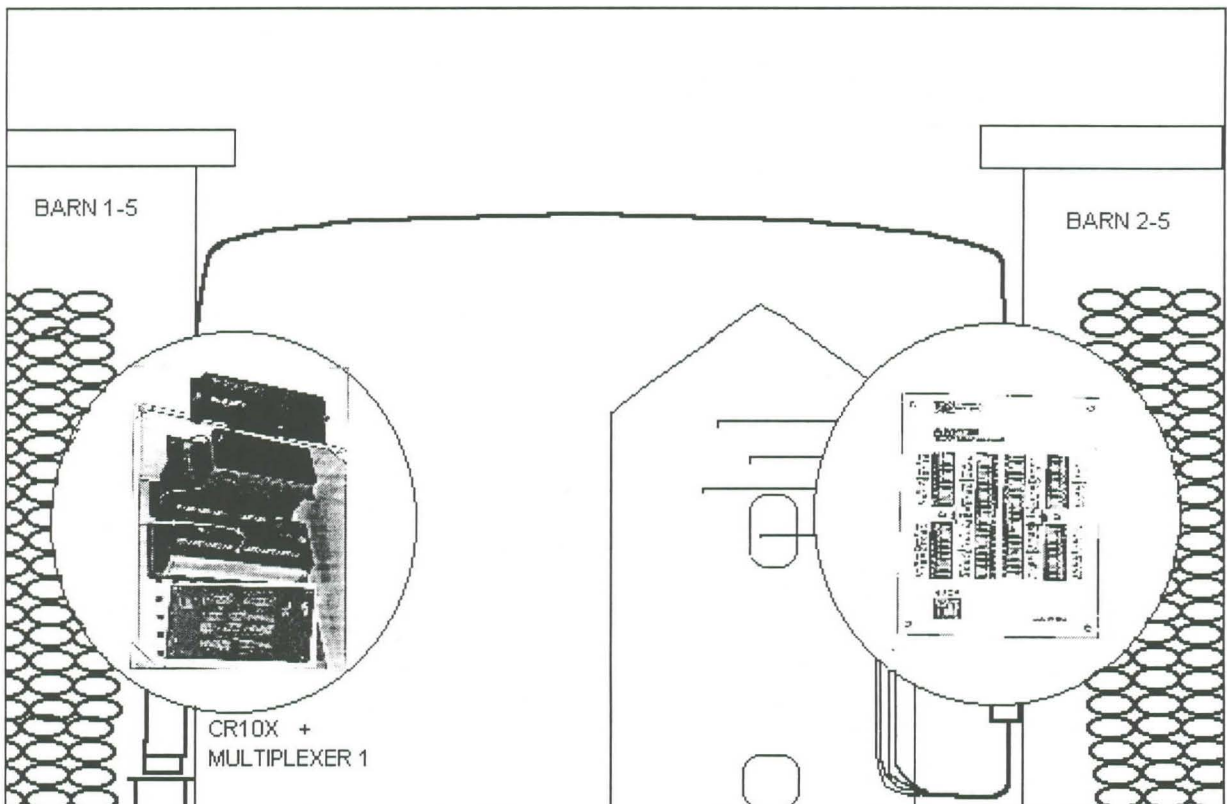
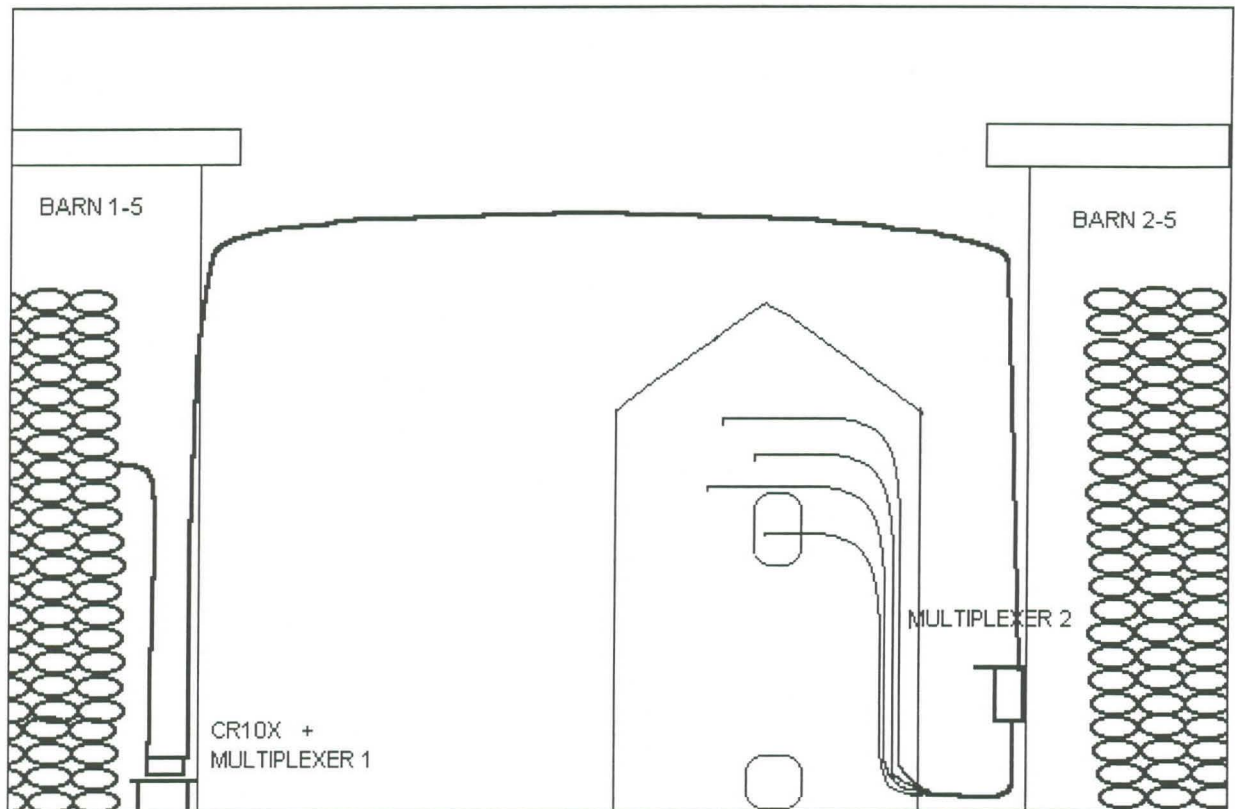
C – PROGRAMMING

D – DATA RETRIEVAL

E - MAINTENANCE

## A. GENERAL INSTALLATION

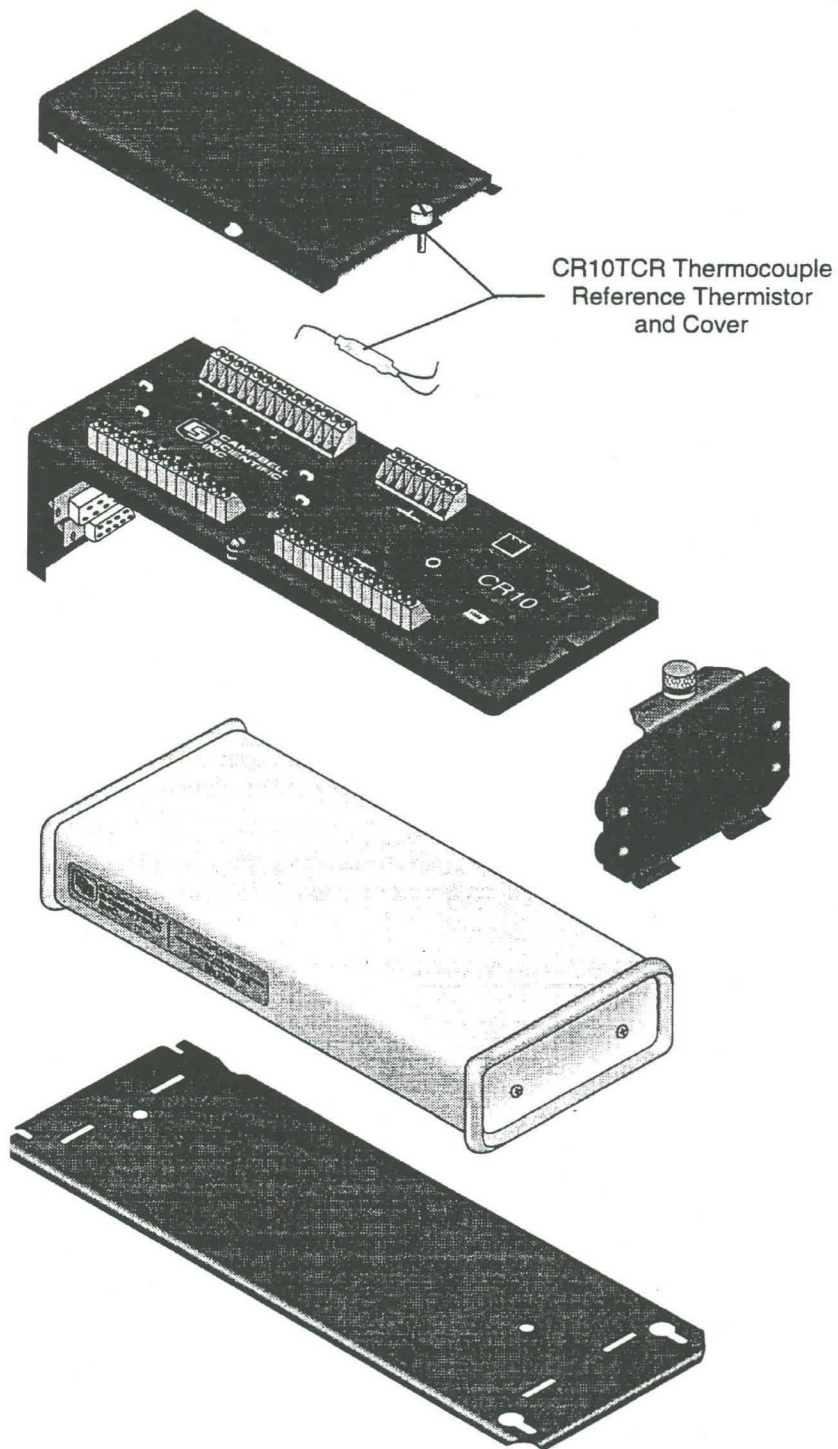
General installation and wiring between barn 1-5 and the outdoor stack





## B. DESCRIPTION OF THE LOGGING EQUIPMENT

### CR10X LOGGER AND WIRING PANEL



**①The CR10X** is a fully programmable datalogger/controller with non-volatile memory and a battery backed clock in a small, rugged, sealed module.

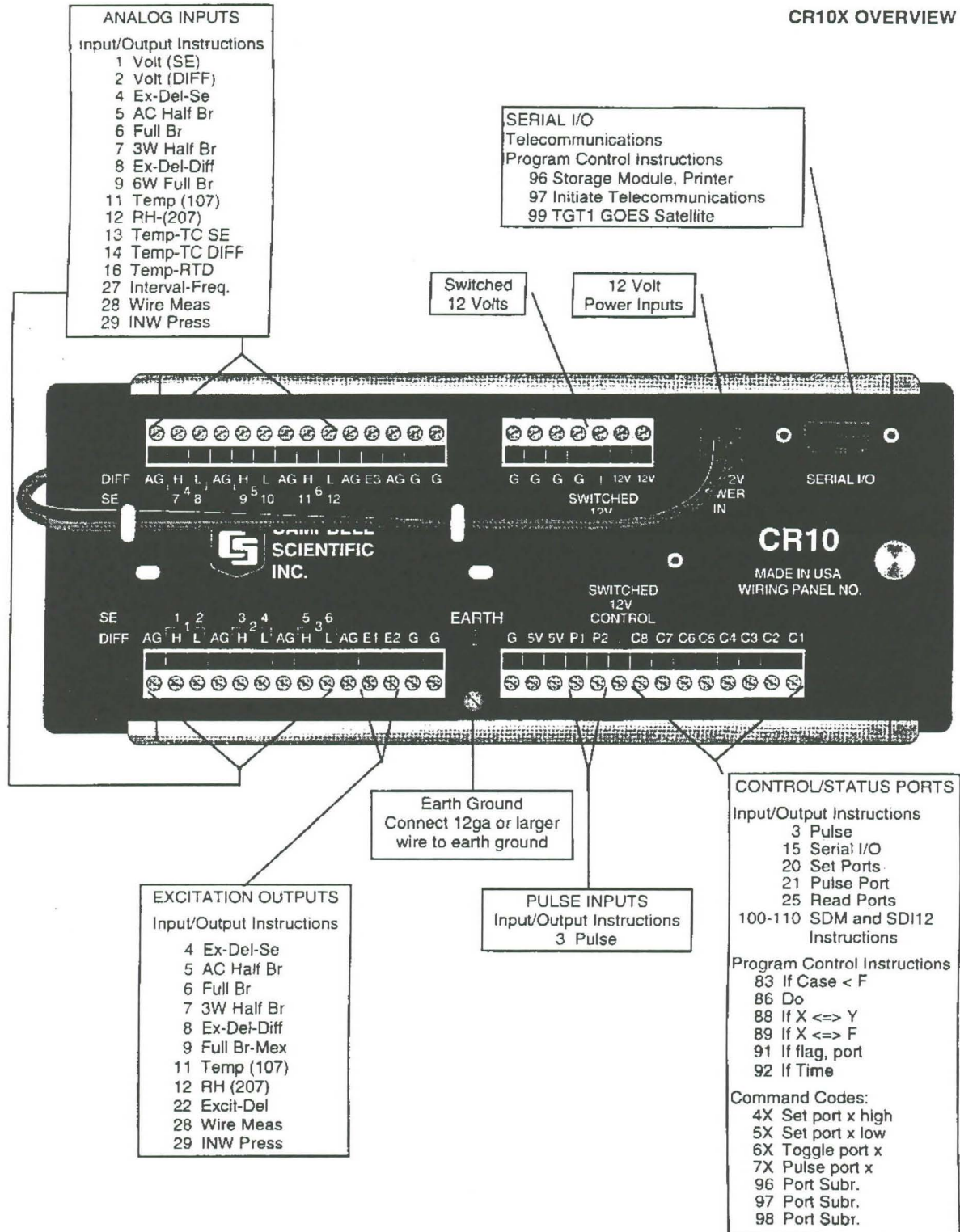
## **B1. PHYSICAL DESCRIPTION.**

- The CR10X does not have an integral keyboard/display. The user accesses the CR10X with a computer or with a portable keyboard.
- The CR10X does not have an integral terminal strip. A removal Wiring Panel (see figures) performs this function and attaches to the two D-type connectors located at the end of the module.
- The power supply is external to the CR10X.
- The Wiring Panel and the CR10X datalogger make electrical contact through the two D-type connectors. The Wiring Panel contains a 9-pin Serial I/O port used when communicating with the datalogger and provides terminals for connecting sensor, control, and power leads to the CR10X. Next figure shows the panel and the instructions used to access the various terminals.

## **B2. SPECIFICATIONS.**

- **ANALOG INPUTS:**  
Number of channels: 6 differential or up to 12 single-ended.  
Channel expansion: Up to three AM416 Multiplexers allow an additional 96 differential channels (32 for each) or 192 single-ended channels (64 for each)
- **EXCITATION OUPUTS:**  
The CR10X has 3 switched excitations, active only during measurement, with only one output active at any time.  
Range:  $\pm 2.5$  V.  
Output current: 20mA@ $\pm 2.5$ V; 35mA@ $\pm 2.0$ V; 50 mA@ $\pm 1.5$ V.
- **PULSE COUNTERS:**  
Number of pulse counter channels: 2 eight bit or 1 sixteen bit.  
Maximum count rate: 2000 Hz, eight counter bit, 250 kHz, sixteen bit counter. Pulse counter channels are scanned at 8 Hz.  
Modes: switch closure, High frequency pulse, Low level AC mode.
- **DIGITAL I/O PORT:**  
8 ports, software selectable as binary inputs or control outputs.
- **CPU AND INTERFACE:**  
Processor: Hitachi 6303  
Memory: 32K ROM, 64K RAM  
Peripheral interface: 9 pin D-type connector for keyboard display, storage module, modem, printer, card storage module, and RS232 adapter, Baud rates selectable at 300, 1200, 9600, and 76800. ASCII communication protocol is one start bit, one stop bit, eight data bits (no parity).  
Clock accuracy:  $\pm 1$  minute per month.
- **SYSTEM POWER REQUIREMENTS:**  
Voltage: 9.6 to 16 volts.

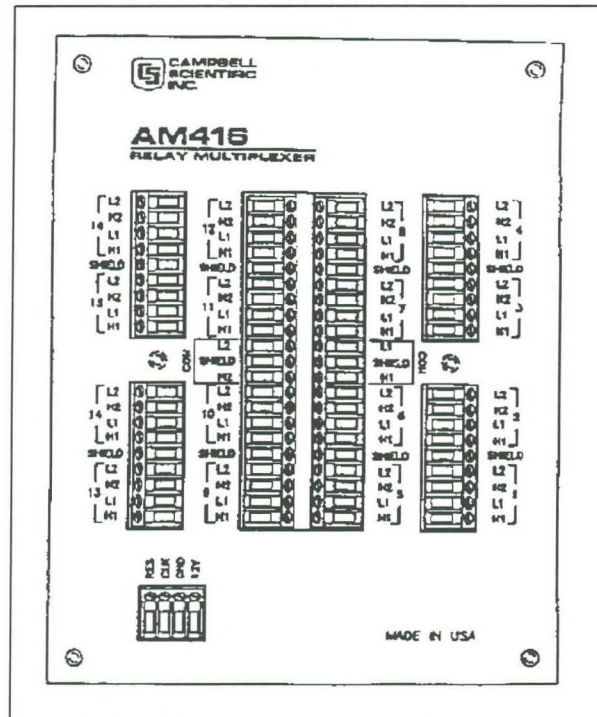
# CR10X OVERVIEW



CR10X Wiring Panel/Programming Instructions



## ② AM 416 MULTIPLEXER



### AM416 PHYSICAL DESCRIPTION.

The am416 is housed in a 21 cm x 16.5 cm x 3.5 cm anodised aluminium case (see figure above). The case is designed to reduce temperature gradients across the AM416's terminal strips. This is extremely important when thermocouples are being multiplexed.

Wires from sensors and logger are connected to the grey terminal strips that protrude through the AM416 case. The set of four terminals located near the strain-relief flange are the connections for logger control of the AM416. The terminal strips that run the length of the AM416 are for measurement connections. The sensors inputs are not protected by spark gaps. All terminals accept stripped and tinned lead wires up to 1.5 mm in diameter. The logger is connected to the AM416 through a minimum of seven, but generally nine, individually insulated lead wires.

### AM416 SPECIFICATIONS

POWER : unregulated 12 VDC

CURRENT DRAIN : Quiescent : <100 $\mu$ A ; Active : 17 mA

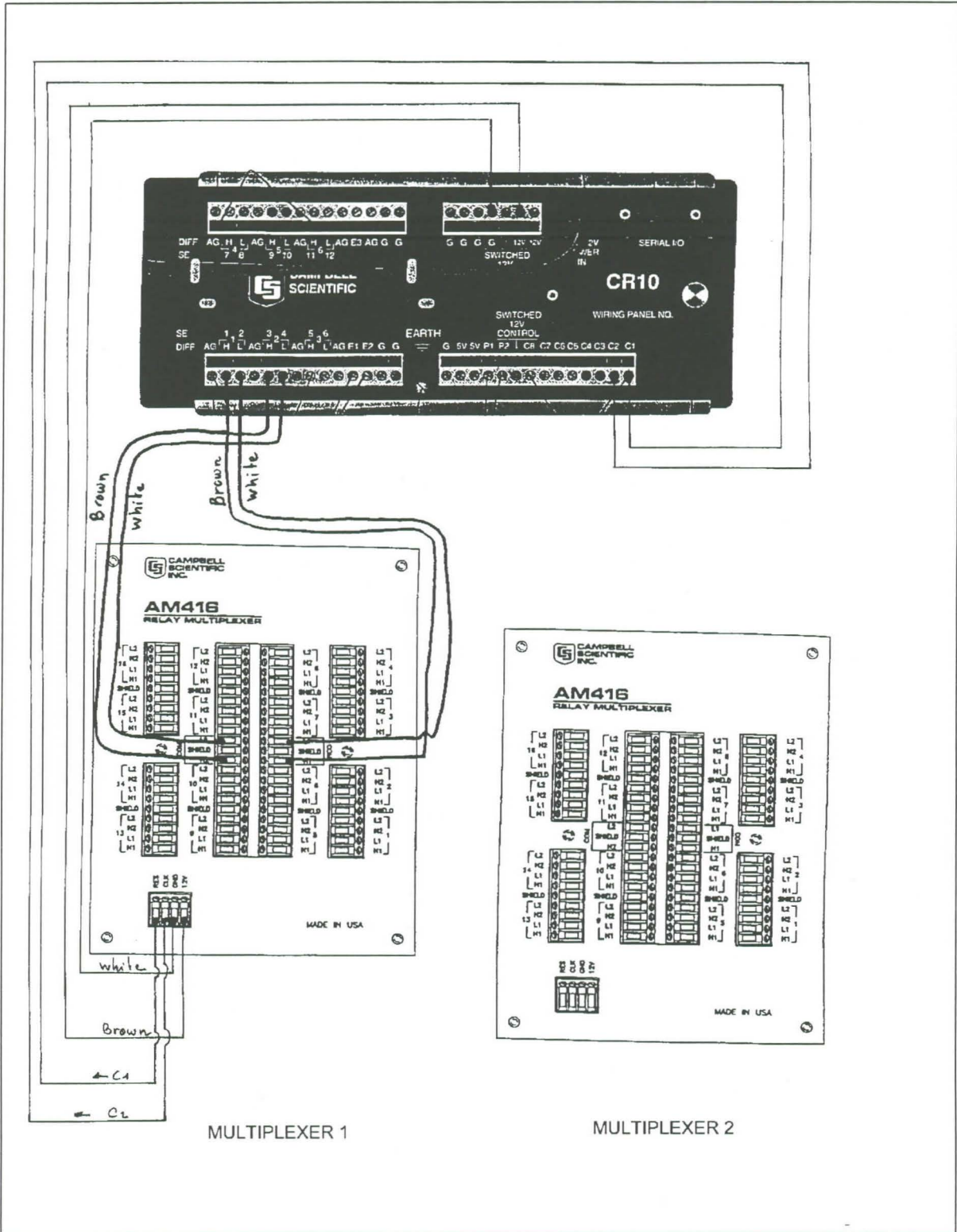
OPERATIONAL TEMPERATURE : -40°C to +65°C

OPERATIONAL HUMIDITY : 0 – 95%, non condensating

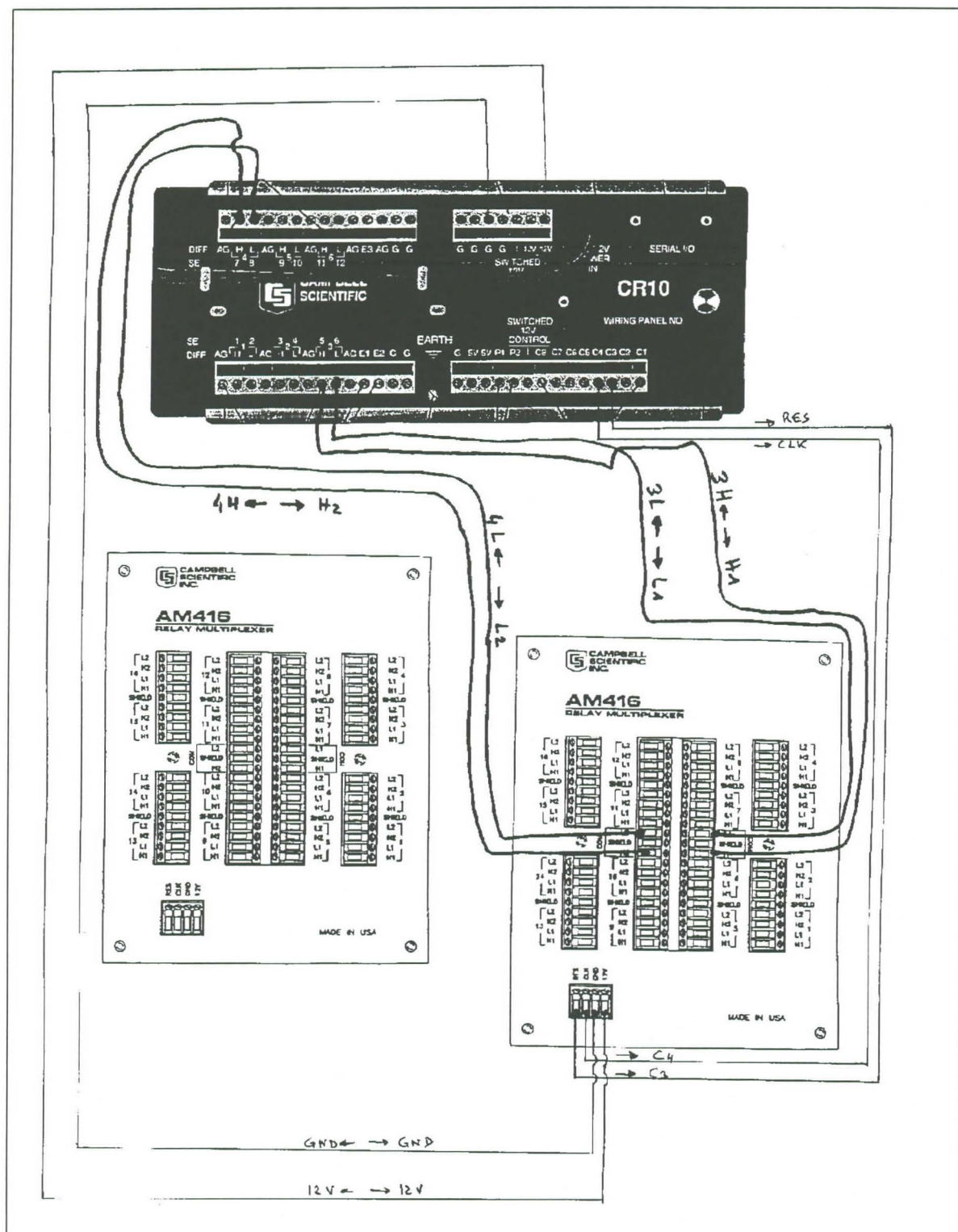
WEIGHT : 0.6 lbs

CHARACTERISTICS : Operation time : 8ms ; Release time : 5ms approx.

### ③ CR10X – MULTIPLEXER 1 WIRING



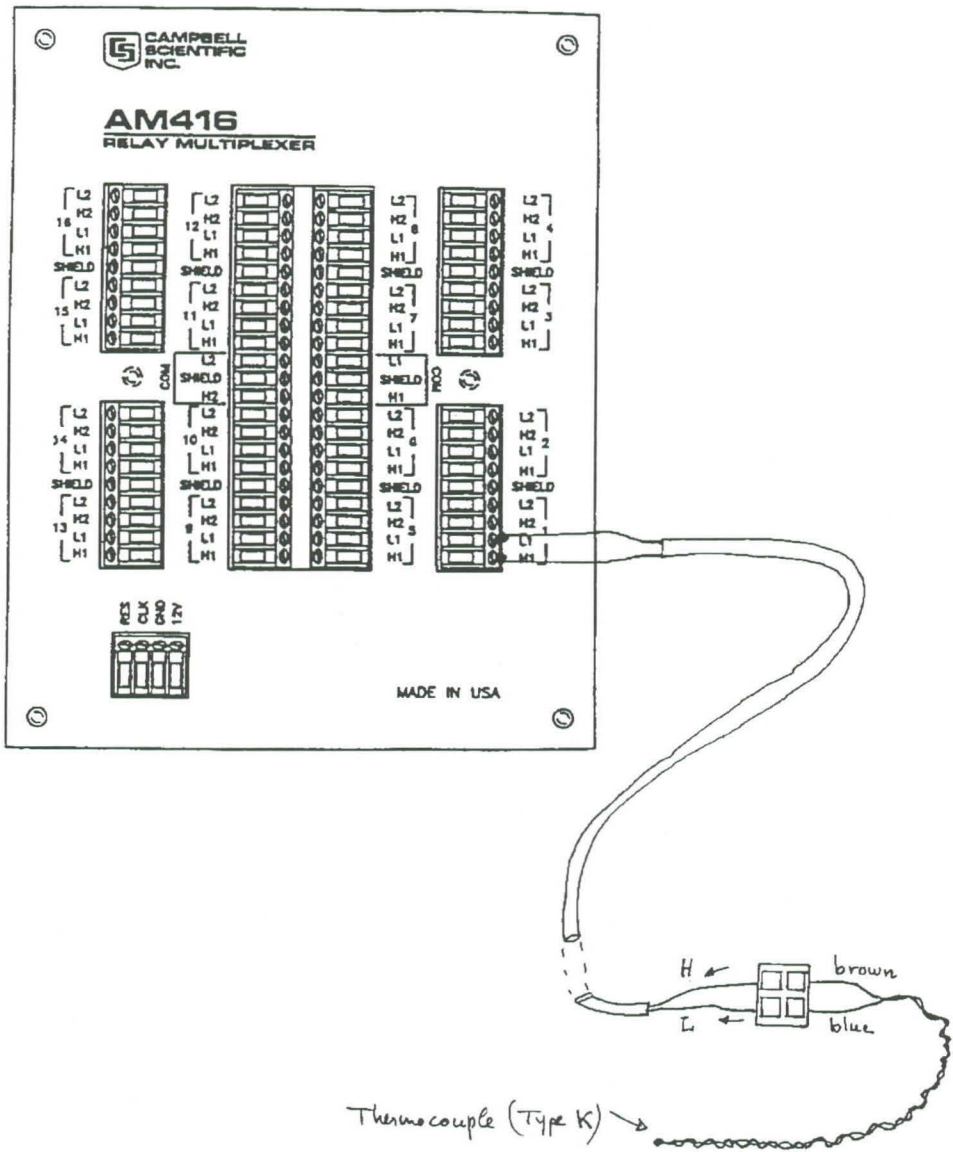
#### ④ CR10X – MULTIPLEXER 2 WIRING





# 5 THERMOCOUPLE CONNECTION

CONNECTION OF T°C SENSORS



## C. PROGRAMMING

Program instructions of the CR10X (name KUN01HD).

```
;{CR10}
*Table 1 Program
  01: 3600.0  0 Execution Interval (seconds)

1:  Batt Voltage (P10)
  1: 32      Loc [ BATTERIES ]

2:  Internal Temperature (P17)
  1: 31      Loc [ REFTEMP  ]

3:  Do (P86)
  1: 41      Set Port 1 High

4:  Beginning of Loop (P87)
  1: 0       Delay
  2: 15      Loop Count

5:  Do (P86)
  1: 72      Pulse Port 2

6:  Excitation with Delay (P22)
  1: 1       Ex Channel
  2: 0       Delay W/Ex (units = 0.01 sec)
  3: 20      Delay After Ex (units = 0.01 sec)
  4: 0       mV Excitation

7:  Step Loop Index (P90)
  1: 2       Step

8:  Thermocouple Temp (DIFF) (P14)
  1: 2       Reps
  2: 1       ñ 2.5 mV Slow Range
  3: 1       DIFF Channel
  4: 1       Type T (Copper-Constantan)
  5: 31      Ref Temp Loc [ REFTEMP  ]
  6: 1       -- Loc [ TC#1      ]
  7: 1.0     Mult
  8: 0.0     Offset

9:  End (P95)

10: Do (P86)
  1: 51      Set Port 1 Low

11: Do (P86)
  1: 43      Set Port 3 High

12: Beginning of Loop (P87)
  1: 0       Delay
  2: 15      Loop Count

13: Do (P86)
  1: 74      Pulse Port 4
```

```

14:  Excitation with Delay (P22)
    1: 1      Ex Channel
    2: 0      Delay W/Ex (units = 0.01 sec)
    3: 20     Delay After Ex (units = 0.01 sec)
    4: 0      mV Excitation

15:  Step Loop Index (P90)
    1: 2      Step

16:  Thermocouple Temp (DIFF) (P14)
    1: 2      Reps
    2: 1      ñ 2.5 mV Slow Range
    3: 3      DIFF Channel
    4: 3      Type K (Chromel-Alumel)
    5: 31     Ref Temp Loc [ REFTEMP   ]
    6: 33     -- Loc [ TC#33         ]
    7: 1.0    Mult
    8: 0.0    Offset

17:  End (P95)

18:  Do (P86)
    1: 53     Set Port 3 Low

19:  If time is (P92)
    1: 60     Minutes (Seconds --) into a
    2: 1440   Interval (same units as above)
    3: 10     Set Output Flag High

20:  Set Active Storage Area (P80)
    1: 1      Final Storage Area 1
    2: 119    Array ID or Loc [         ]

21:  Real Time (P77)
    1: 1220   Year,Day,Hour/Minute (prev day at midnight, 2400 at midnight)

22:  Sample (P70)
    1: 32     Reps
    2: 1      Loc [ TC#1           ]

23:  If time is (P92)
    1: 60     Minutes (Seconds --) into a
    2: 1440   Interval (same units as above)
    3: 10     Set Output Flag High

24:  Set Active Storage Area (P80)
    1: 2      Final Storage Area 2
    2: 123    Array ID or Loc [         ]

25:  Real Time (P77)
    1: 1220   Year,Day,Hour/Minute (prev day at midnight, 2400 at midnight)

26:  Sample (P70)
    1: 30     Reps
    2: 33     Loc [ TC#33         ]

*Table 2 Program
  01: 0.0      Execution Interval (seconds)

*Table 3 Subroutines
End Program

```



## Table of input locations of the different

## thermocouples (TC) used.

### -Input Locations-

1 TC#1	5 1 1
2 TC#2	17 1 1
3 TC#3	1 1 0
4 TC#4	1 1 0
5 TC#5	1 1 0
6 TC#6	1 1 0
7 TC#7	1 1 0
8 TC#8	1 1 0
9 TC#9	1 1 0
10 TC#10	1 1 0
11 TC#11	1 1 0
12 TC#12	1 1 0
13 TC#13	1 1 0
14 TC#14	1 1 0
15 TC#15	1 1 0
16 TC#16	1 1 0
17 TC#17	1 1 0
18 TC#18	1 1 0
19 TC#19	1 1 0
20 TC#20	1 1 0
21 TC#21	1 1 0
22 TC#22	1 1 0
23 TC#23	1 1 0
24 TC#24	1 1 0
25 TC#25	1 1 0
26 TC#26	1 1 0
27 TC#27	1 1 0
28 TC#28	1 1 0
29 TC#29	1 1 0
30 TC#30	1 1 0
31 REFTEMP	1 3 1
32 BATTERIES	1 1 1

33 TC#33	5 1 1
34 TC#34	17 1 1
35 TC#35	1 1 0
36 TC#36	1 1 0
37 TC#37	1 1 0
38 TC#38	1 1 0
39 TC#39	1 1 0
40 TC#40	1 1 0
41 TC#41	1 1 0
42 TC#42	1 1 0
43 TC#43	1 1 0
44 TC#44	1 1 0
45 TC#45	1 1 0
46 TC#46	1 1 0
47 TC#47	1 1 0
48 TC#48	1 1 0
49 TC#49	1 1 0
50 TC#50	1 1 0
51 TC#51	1 1 0
52 TC#52	1 1 0
53 TC#53	1 1 0
54 TC#54	1 1 0
55 TC#55	1 1 0
56 TC#56	1 1 0
57 TC#57	1 1 0
58 TC#58	1 1 0
59 TC#59	1 1 0
60 TC#60	1 1 0
61 TC#61	1 1 0
62 TC#62	1 1 0
63 TC#63	0 0 0

### -Program Security-

0000

0000

0000

### -Mode 4-

### -Final Storage Area 2-

3000

## Table of final storage labels of the

Two final storage areas are used (see next

## different thermocouples used.

Figure)

Final Storage Label File for:

KUN01HD.CSI

Date: 11/28/1998

Time: 17:57:36

119 Output\_Table 1440 Min

1 119 L

2 Year\_RTM L

3 Day\_RTM L

4 Hour/Minute\_RTM L

5 TC#1 L

6 TC#2 L

7 TC#3 L

8 TC#4 L

9 TC#5 L

10 TC#6 L

11 TC#7 L

12 TC#8 L

13 TC#9 L

14 TC#10 L

15 TC#11 L

16 TC#12 L

17 TC#13 L

18 TC#14 L

19 TC#15 L

20 TC#16 L

21 TC#17 L

22 TC#18 L

23 TC#19 L

24 TC#20 L

25 TC#21 L

26 TC#22 L

27 TC#23 L

28 TC#24 L

29 TC#25 L

30 TC#26 L

31 TC#27 L

32 TC#28 L

33 TC#29 L

34 TC#30 L

35 REFTEMP L

36 BATTERIES L

123 Output\_Table 1440 Min

1 123 L

2 Year\_RTM L

3 Day\_RTM L

4 Hour/Minute\_RTM L

5 TC#33 L

6 TC#34 L

7 TC#35 L

8 TC#36 L

9 TC#37 L

10 TC#38 L

11 TC#39 L

12 TC#40 L

13 TC#41 L

14 TC#42 L

15 TC#43 L

16 TC#44 L

17 TC#45 L

18 TC#46 L

19 TC#47 L

20 TC#48 L

21 TC#49 L

22 TC#50 L

23 TC#51 L

24 TC#52 L

25 TC#53 L

26 TC#54 L

27 TC#55 L

28 TC#56 L

29 TC#57 L

30 TC#58 L

31 TC#59 L

32 TC#60 L

33 TC#61 L

34 TC#62 L

Estimated Total Final Storage  
Locations used per day 70.0

## SECTION 2. INTERNAL DATA STORAGE

### 2.1 FINAL STORAGE AREAS, OUTPUT ARRAYS, AND MEMORY POINTERS

Final Storage is the memory where final processed data are stored. Final Storage data are transferred to your computer or external storage peripheral.

The size of Final Storage is expressed in terms of memory locations or bytes. A low resolution data point (4 decimal characters) occupies one memory location (2 bytes), whereas a high resolution data point (5 decimal characters) requires two memory locations (4 bytes). Table 1.5-1 shows the default allocation of memory locations to Program, Input, Intermediate, and the two Final Storage areas. The \*A Mode is used to reallocate memory or erase Final Storage (Section 1.5).

The default size of Final Storage with standard memory is 62280 low resolution memory locations.

Final Storage can be divided into two parts: Final Storage Area 1 and Final Storage Area 2.

Final Storage Area 1 is the default storage area and the only one used if the operator does not specifically allocate memory to Area 2.

Two Final Storage Areas may be used to:

1. Output different data to different devices.
2. Separate archive data from real time display data. In other words, you can record a short time history of real time data and separately record long term, archive data.
3. Record both high speed data (fast recording interval) and slow data without having the high speed data write over the slow data.

Each Final Storage Area can be represented as ring memory (Figure 2.1-1) on which the newest data are written over the oldest data.

The Data Storage Pointer (DSP) is used to determine where to store each new data point in the Final Storage area. The DSP advances to the next available memory location after each new data point is stored.

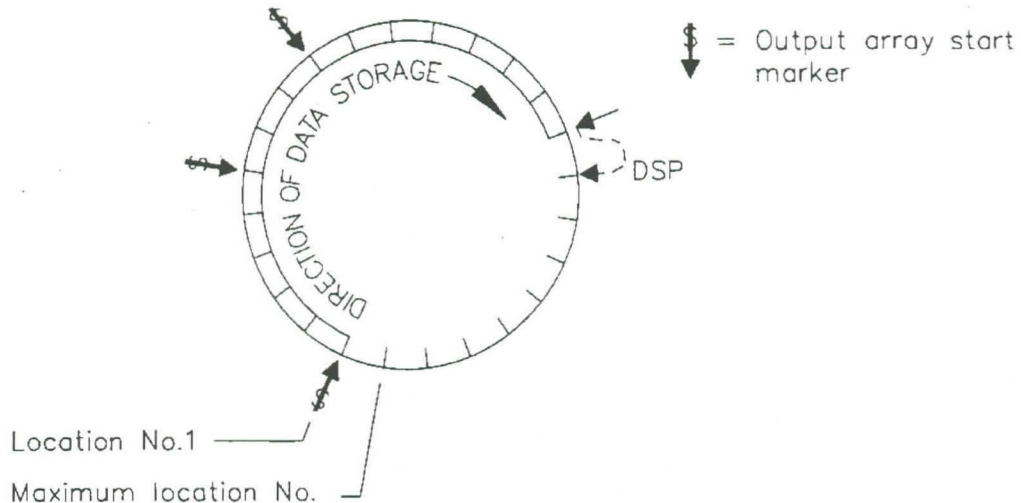


FIGURE 2.1-1. Ring Memory Representation of Final Data Storage



## D. DATA RETRIEVAL

The four following screens present the *Datalogger session* of TCOM software. TCOM is used for telecommunication support for local or remote datalogger installations. Operations available while in the *Datalogger session* include data collection, setting the clock, sending programs to the datalogger and monitoring or charting values.

The two screens below show how to connect to the datalogger and/or to associate a .DLD program to the logger, and how to set the datalogger clock.

When connected to the logger data collection is possible under the *Datalogger session*.

The screenshot shows the 'CR10\_2 - CR10 Datalogger Session' window. It features several sections: 'Datalogger Clock' with fields for 'PC System Date/Time' and 'Datalogger Date/Time', and a 'Set Datalogger Clk.' button; 'Datalogger Program' with a 'DLD file transfer progress' bar, 'Send' and 'Retrieve' buttons, 'Associate DLD Program' and 'Remove Association' buttons, and a text field containing 'A:\DEC98\KUN01HD.DLD'; 'Manual Data Collection' with a '% Collected' bar, a checked 'Prompt for data file name' checkbox, and 'Collect', 'Collect All', 'Terminate', and 'Advanced' buttons; and 'Options' with 'Flags/Ports' and 'Value Change' buttons. At the bottom, there is a menu bar with 'Tools', 'Terminal', 'Setup', 'Monitor', and 'Graph', and three buttons: 'Close Session', 'Connect', and 'Exit Tcom'.

This screenshot shows the same 'CR10\_2 - CR10 Datalogger Session' window after some actions. The 'Datalogger Clock' section now shows '06/01/99 23:46:25' in both the 'PC System Date/Time' and 'Datalogger Date/Time' fields, and the 'Set Datalogger Clk.' button is highlighted. The 'Datalogger Program' section remains the same. The 'Manual Data Collection' section is also the same. The 'Options' section is the same. The bottom menu bar is the same, but the 'Connect' button has been replaced by a 'Disconnect' button, indicating the session is now active.



Under TCOM Datalogger session it is possible to monitor Input location selections as well as selections of input location for an on line graph session.

In the last screen (given as example), values of the different input location are refreshed at every scrutation time. In this case scrutation interval is 1 hour, values will pass from nul to actual at 0H00, i.e. within sixteen minutes (see datalogger clock).

CR10\_2 - CR10 Datalogger Session

**Numeric Monitor Input Location Selection**

TC#1	TC#8	TC#15	TC#22
TC#2	TC#9	TC#16	TC#23
TC#3	TC#10	TC#17	TC#24
TC#4	TC#11	TC#18	TC#25
TC#5	TC#12	TC#19	TC#26
TC#6	TC#13	TC#20	TC#27
TC#7	TC#14	TC#21	TC#28

**Graph Input Location Selection**

TC#1  
TC#2  
TC#3  
TC#4  
TC#5  
TC#6  
TC#7  
TC#8

Options

Restore

Tools / Terminal / Setup / Monitor / Graph /

Close Session Disconnect

CR10\_2 - CR10 Datalogger Session

TC#1	0.000	TC#18	0.000	TC#35	0.000	TC#52	0.000
TC#2	0.000	TC#19	0.000	TC#36	0.000	TC#53	0.000
TC#3	0.000	TC#20	0.000	TC#37	0.000	TC#54	0.000
TC#4	0.000	TC#21	0.000	TC#38	0.000	TC#55	0.000
TC#5	0.000	TC#22	0.000	TC#39	0.000	TC#56	0.000
TC#6	0.000	TC#23	0.000	TC#40	0.000	TC#57	0.000
TC#7	0.000	TC#24	0.000	TC#41	0.000	TC#58	0.000
TC#8	0.000	TC#25	0.000	TC#42	0.000	TC#59	0.000
TC#9	0.000	TC#26	0.000	TC#43	0.000	TC#60	0.000
TC#10	0.000	TC#27	0.000	TC#44	0.000	TC#61	0.000
TC#11	0.000	TC#28	0.000	TC#45	0.000	TC#62	0.000
TC#12	0.000	TC#29	0.000	TC#46	0.000		
TC#13	0.000	TC#30	0.000	TC#47	0.000		
TC#14	0.000	REFTEMP	0.000	TC#48	0.000		
TC#15	0.000	BATTERIES	0.000	TC#49	0.000		
TC#16	0.000	TC#33	0.000	TC#50	0.000		
TC#17	0.000	TC#34	0.000	TC#51	0.000		

Dec Plcs. 1 Interval 23:44:13 DataLgr Clock Flags / Ports Value Change

Tools / Terminal / Setup / Monitor / Graph /

Close Session Disconnect Exit Tcom



## E. MAINTENANCE

### SECTION 14. INSTALLATION AND MAINTENANCE

#### 14.11 MAINTENANCE

The CR10X Wiring Panel and power supplies require a minimum of routine maintenance.

When not in use, the PS12LA should be stored in a cool, dry environment with the AC charging circuit activated.

The BPALK alkaline supply should not drop below 9.6 V before replacement. When not in use, remove the eight cells to eliminate potential corrosion of contact points and store in a cool dry place.

##### 14.11.1 DESICCANT

The CR10X module is sealed and contains desiccant to reduce humidity. When it is necessary to open the CR10X module to replace the lithium battery (Section 14.11.2), the internal desiccant should be replaced with a fresh pack. The Wiring Panel and the connections between the Wiring Panel and the CR10X are still susceptible to humidity. To prevent corrosion at these points, additional desiccant must be placed inside the enclosure. If only alkaline batteries are inside the enclosure, the sensor lead entrance may be plugged to inhibit vapor transfer into the enclosure. Do not plug the entrance if lead acid batteries are present. Hydrogen gas generated by the batteries may build up to an explosive concentration.

##### 14.11.2 REPLACING THE INTERNAL BATTERY

The CR10X module contains a lithium coin cell battery that operates the clock and SRAM when the CR10X is not connected to an external power source. The CR10X does not draw any power from the lithium battery while it is powered externally. In a CR10X stored at room temperature, the lithium battery should last approximately 4 years (less at temperature extremes). Where the CR10X is powered most or all of the time the lithium cell should last much longer.

When the CR10X is powered up from an external source, it measures the voltage of the lithium battery. This voltage is displayed in the \*B Mode window 8 (Section 1.6) and in response to the telecommunications status command (Section 5). A new battery will have approximately 3 volts. The battery should be replaced when the voltage drops below 2.4

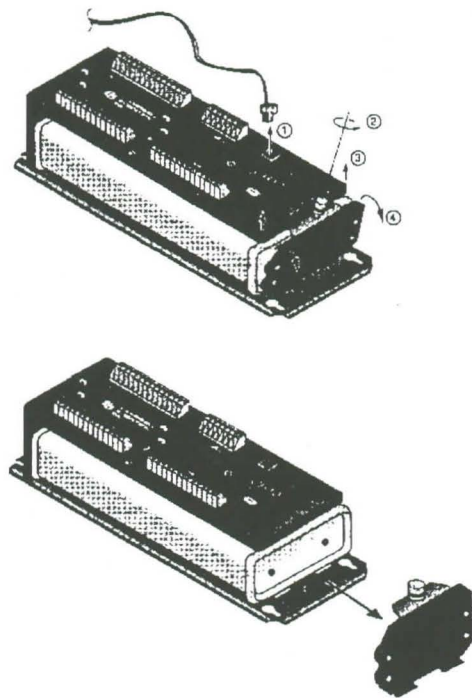
volts. If the lithium cell is removed or allowed to discharge below the safe level, the CR10X will still operate correctly while powered. Without the lithium battery, the clock will reset and data will be lost when power is removed.

A replacement lithium battery can be purchased from Campbell Scientific or from an Electronics store (e.g., Radio Shack). Table 14.11-1 lists the specifications of the battery.

**Table 14.11-1 CR10X Lithium Battery Specifications**

Model	CR2430
Capacity	270 mAh
self discharge rate	1% of capacity/yr.
Diameter	24.5 mm
Thickness	3.0 mm
Temperature range	
Operating	-20 to 60 °C
Storage	-40 to 60 °C

The CR10X module must be disassembled to replace the lithium cell. Disconnect the power and remove the module from the wiring panel.

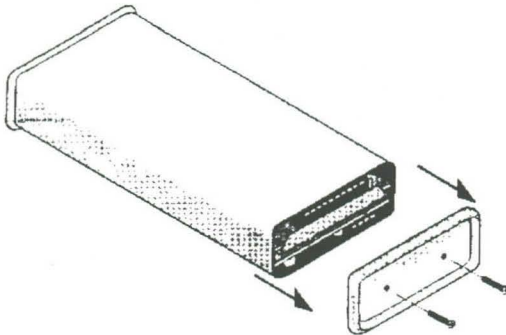


**FIGURE 14.11-1. Removing Wiring Panel**



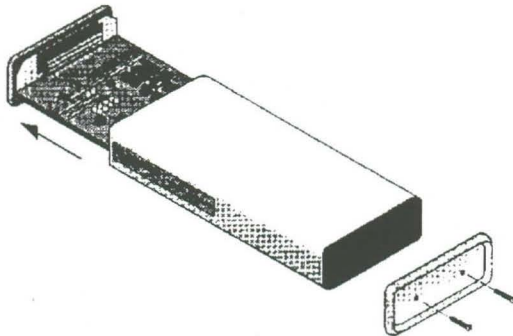
## SECTION 14. INSTALLATION AND MAINTENANCE

Remove the 2 screws holding on the end cap without the connectors, and the end cap itself.



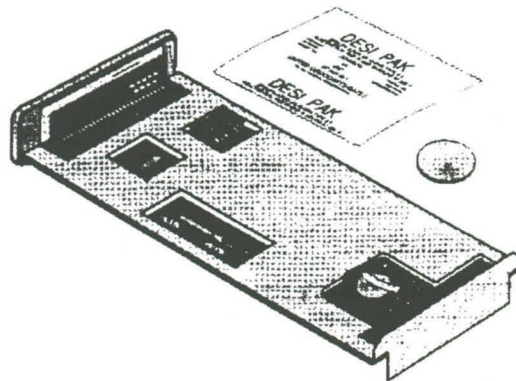
**FIGURE 14.11-2. Removing End Cap**

Hold the can and by pressing on the end of the circuit board exposed when the end cap was removed, press out the circuit board.



**FIGURE 14.11-3. Removing Circuit Board from Case**

The coin cell is held in place by a spring clamp. It can be removed by grabbing the edge of the cell with your fingers or by inverting the circuit board and lifting the spring clip with a fingernail until the cell falls out.



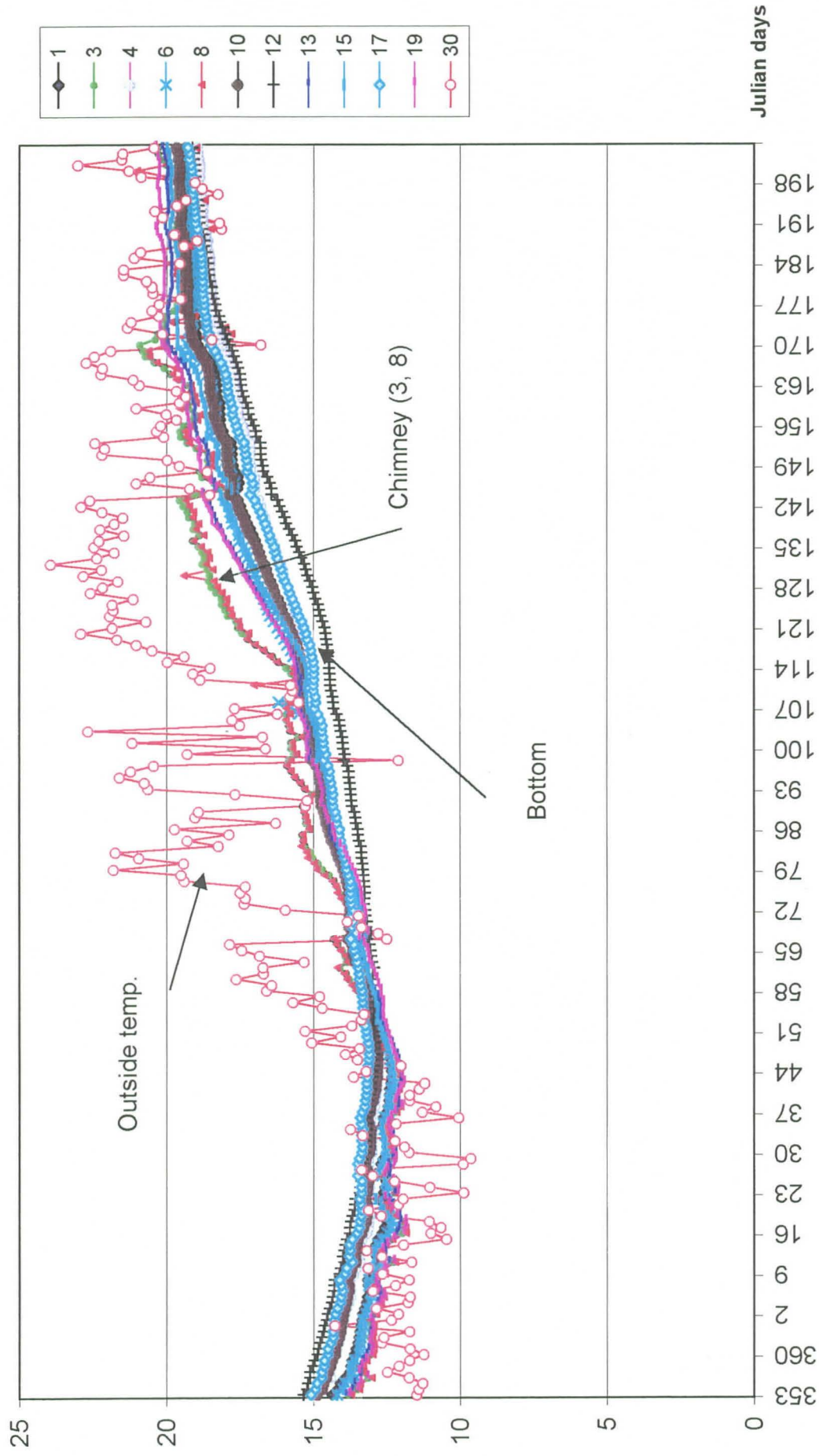
**FIGURE 14.11-4. CR10X Lithium Battery Location**

The new cell is slipped into place under the clip, the negative side toward the circuit board and the positive side touching the clip. Replace the desiccant taped to the circuit board holder with a fresh packet before reassembling the CR10X.

## **APPENDIX 2**

**Evolution of the temperatures in the barn 1-5 ( from 97/12/17 to 98/07/23)**

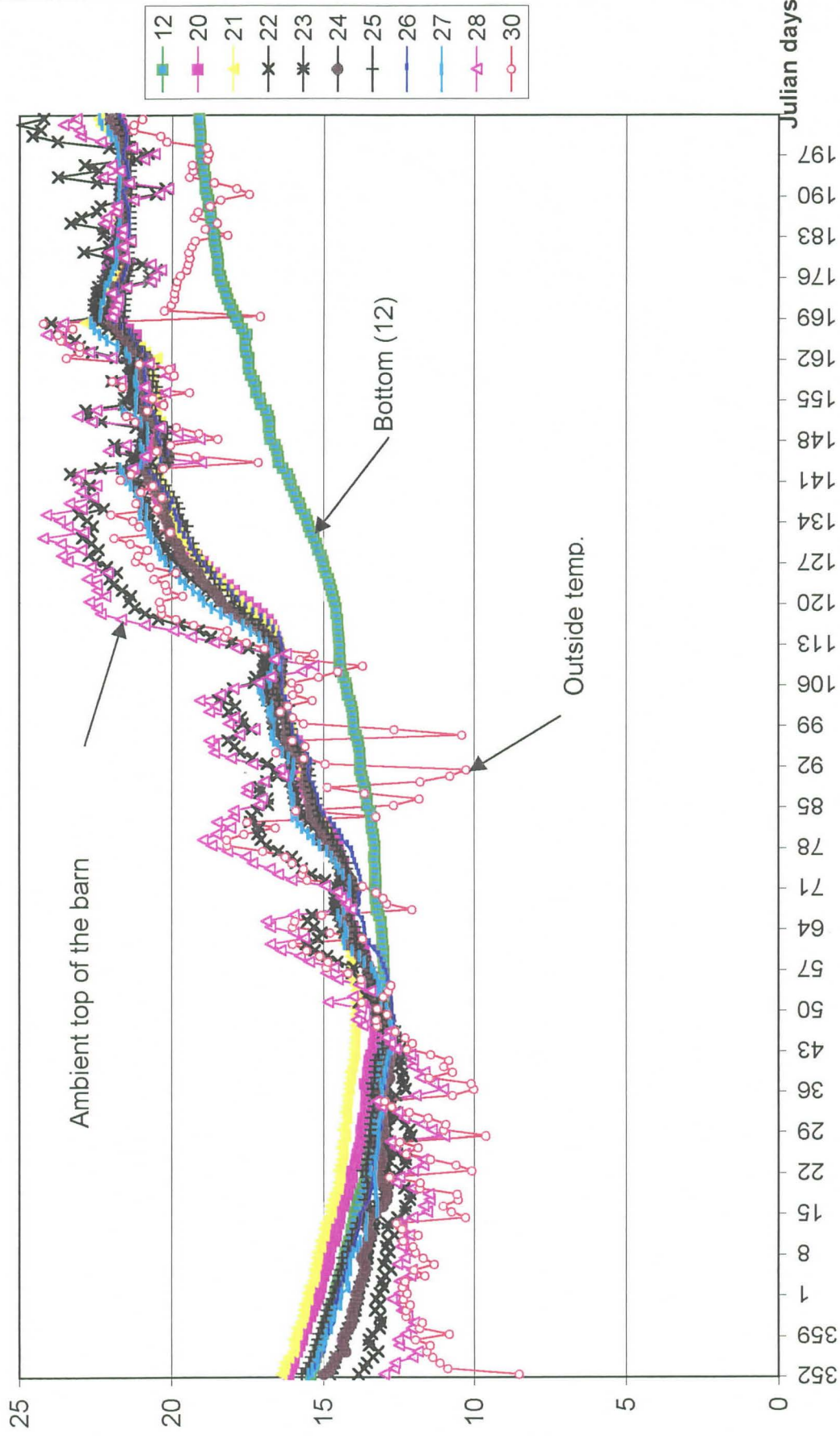
Evolution of the temperatures in the stack (tunnels)





°C

## Evolution of the temperatures in the top of the stack

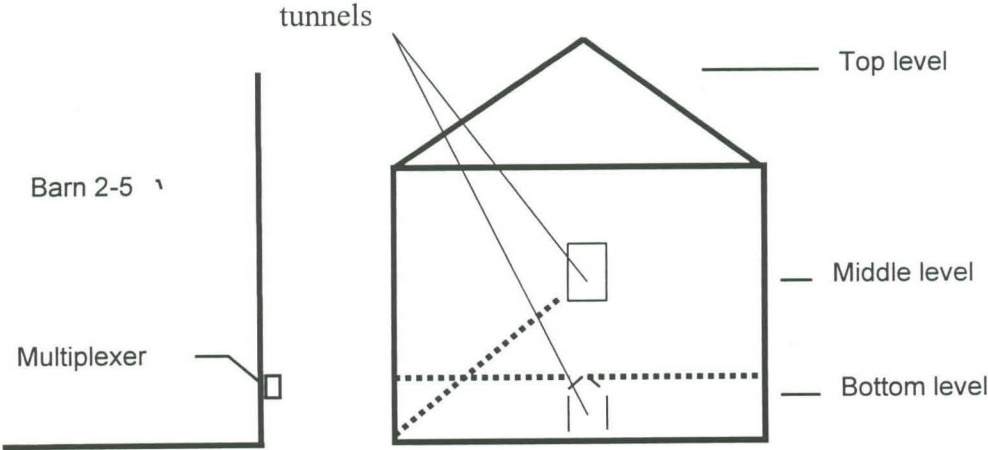


## **APPENDIX 3**

List of sensors (Outside bagstack)

Memories	Multiplexer 2 links	N° of Sensors
33	1	1
34	2	2
35	3	3
36	4	4
37	5	5
38	6	6
39	7	7
40	8	8
41	9	box
42	10	10
43	11	11
44	12	12
45	13	13
46	14	14
47	15	15
48	16	16
49	17	17
50	18	19
51	19	ext
52	20	-
53	21	22
54	22	-
55	23	23
56	24	24
57	25	25
58	26	26
59	27	27
60	28	28
61	29	29
62	30	30
	31	31
	32	-

Schematic drawing of the outside bagstack





## **APPENDIX 4**

### **GRAIN BULK REFERENCE SILO**

IND	DATE	MODIFICATIONS

REGION DU YUNNAN-CHINE

SILO A CEREALES  
CAPACITE DE STOCKAGE 10270T

(P.S.=0, 75)

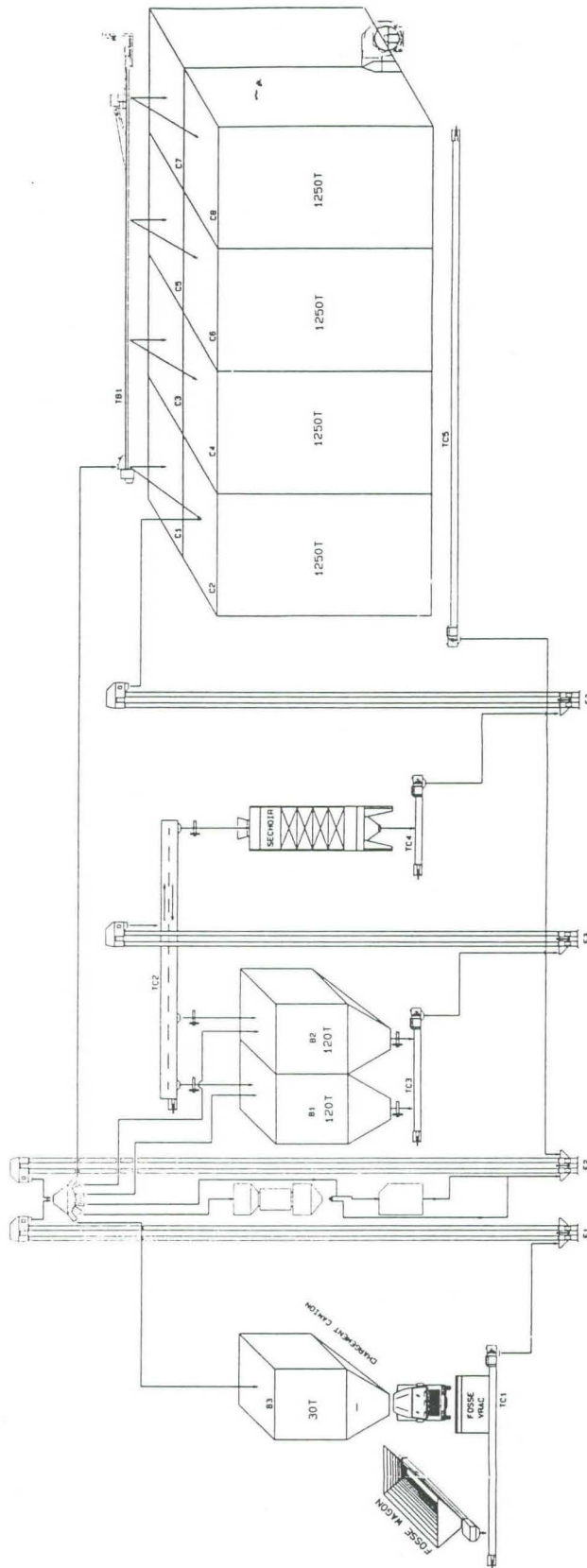
**A. C. M. B.**

14, RUE CHAPTAL - 92300 LEVALLOIS-PERRET\_FRANCE  
 TEL: 01 41 05 76 76 \_ TELEX: 613767 \_ FAX: 01 41 05 76 70

DESSINATEUR	DATE	ECHELLE	PLAN N°		
N.D	29/02/97	1/200	6067		

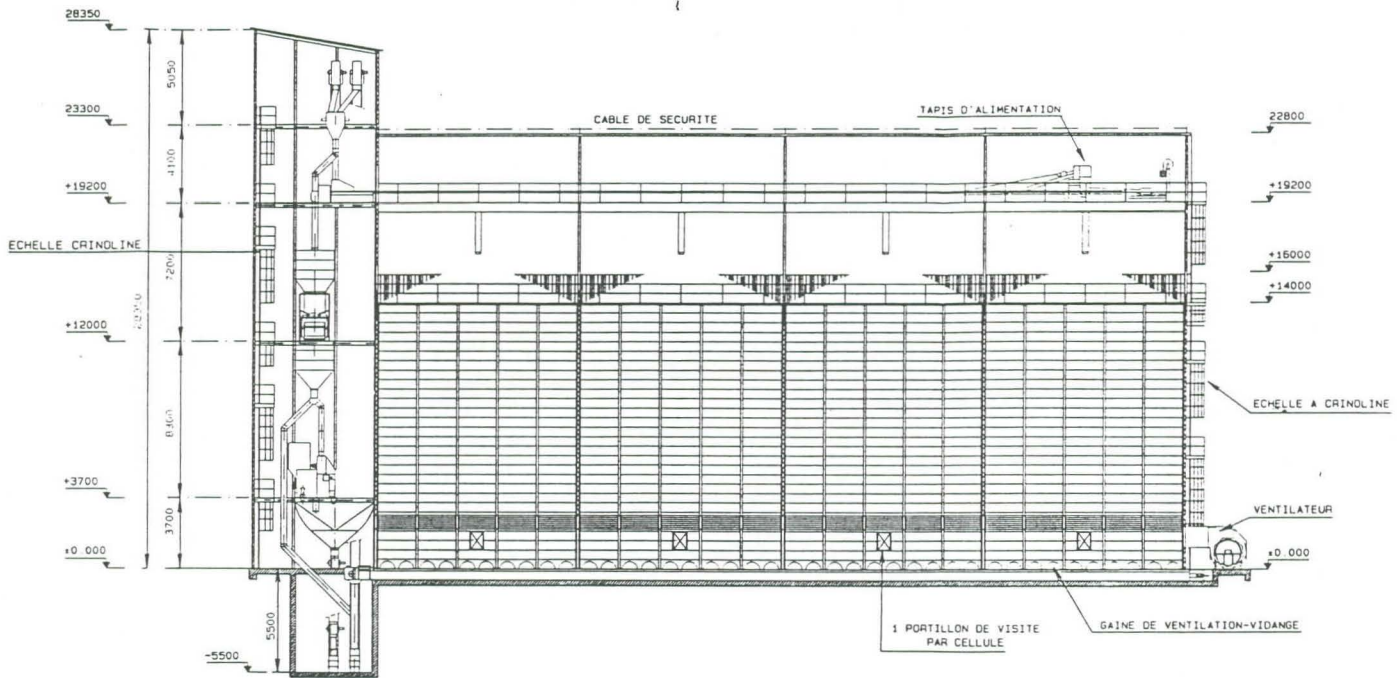
CE PLAN EST NOTRE PROPRIETE, IL NE PEUT ETRE COMMUNIQUE SANS NOTRE AUTORTSATTON ECRITE

## DIAGRAMME

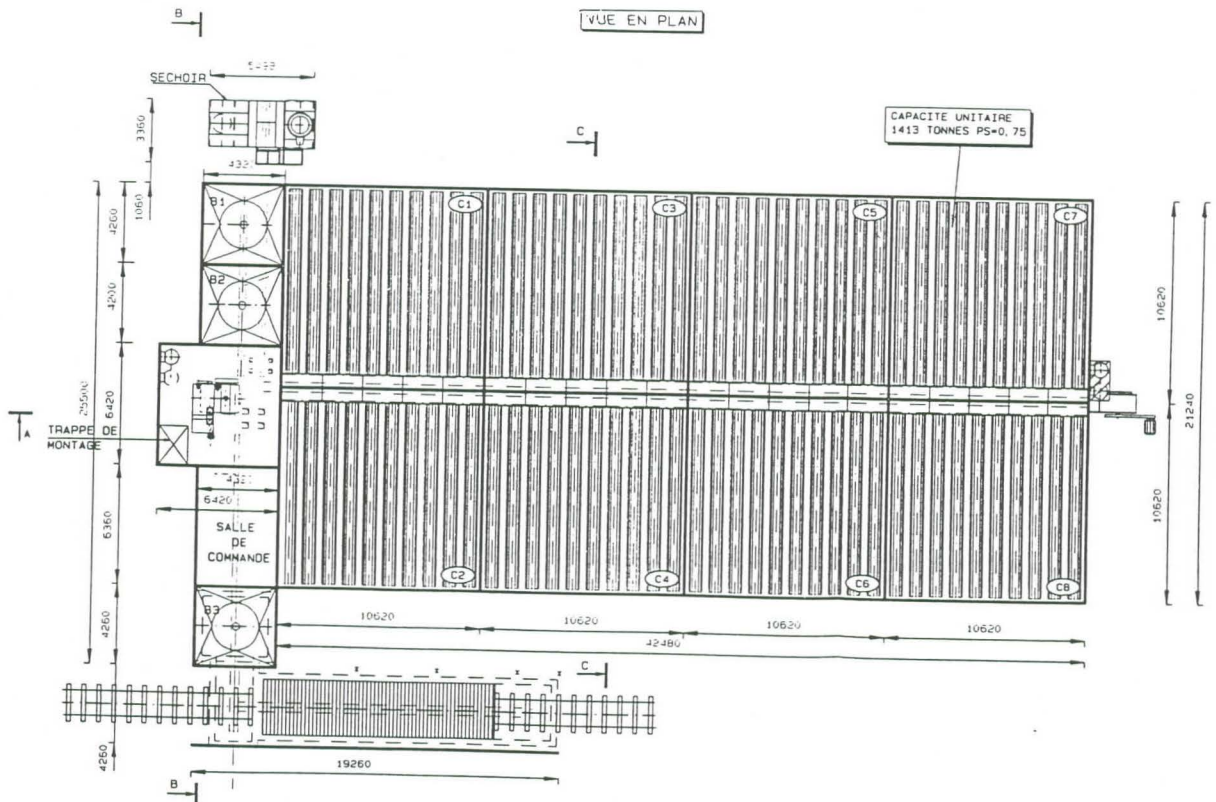




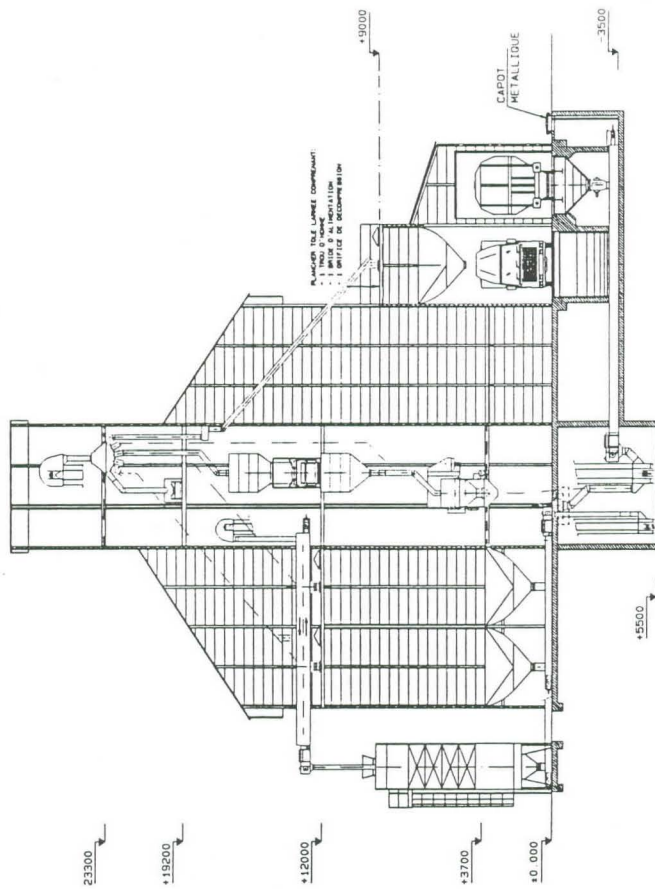
COUPE A-A



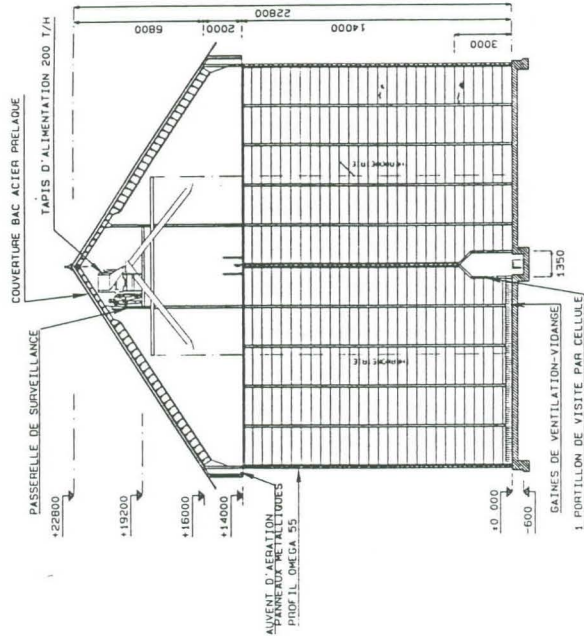
VUE EN PLAN



COUPE B-B



COUPE C-C







## Summary

This mission is part of the Sino-French Co-operation Agreement on grain storage in Yunnan Province.

The purpose was

- get an update on projects with our scientific partners from the Yunnan Province Scientific & Technical Committee, the FOSRI and with industrialists from the Grain Bureau, the Yunnan Kunming South National Grain Transit & Reserve Barns, and the Huanlongshan East Suburb Yunnan Kunming State Grain Storage Barns on the development of an integrated silo
- review and discuss the data of the ongoing experiments on storage techniques with the Foodgrain & Oil Scientific Research Institute (FOSRI) and the Yunnan Kunming South National Grain Transit & Reserve Barns
- check and program acquisition data system to extend the experiment to an outdoor stack of grains (wheat).
- discuss the future developments and missions scheduling for 1999 .

The main results are detailed in the document

**Key words: - China - Yunnan - Grain storage - Scientific and technical Co-operation  
- Experiments - Bulk silo**

## Résumé

Cette mission s'inscrit dans le cadre de l'accord de Coopération Franco-Chinois dans le domaine de l'après récolte des grains au Yunnan.

Elle a permis de

- faire le point sur les projets en cours avec nos partenaires scientifiques : la Commission Scientifique et Technique de la Province du Yunnan, le Foodgrain & Oil Scientific Research Institute (FOSRI), et les industriels qui relèvent du Grain Bureau (le Yunnan Kunming South National Grain Transit and Reserve Barns et le Yunnan Kunming State Grain Storage Barns) et notamment sur le projet d'expérimentation en cours de suivi de la qualité de stocks de grains en entrepôts traditionnels et sur le développement d'un silo intégré
- analyser et discuter les données expérimentales recueillies au cours de la campagne d'essais
- mettre en place et programmer le système d'acquisition de données pour étendre l'expérimentation à un stock extérieur de grains sous bâche (blé).
- discuter de la poursuite du projet et programmer les missions pour 1999.

Les principaux résultats sont exposés dans le rapport

**Mots clés: - Chine - Yunnan - Stockage des grains - Coopération scientifique et technique  
- Expérimentations - Silo vrac -**